This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.
+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.
+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.
+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

Series catalogues throughout

Mason. Id. 163.

T. Δ. 181.

RACCOLTA
D' AUTORI ITALIANI

CHE TRATTANO

DEL MOTO DELL' ACQUE

EDIZIONE QUARTA

ARRICCHITA DI MOLTE COSE INEDITE,
E D' ALCUNI SCHIARIMENTI.

BODLEIANA BIBLIOTHECA

TOMO I.

BOLOGNA · MDCCCXXI

DALLA TIPOGRAFIA DI JACOPO MARSIGLI.

A

ALESSANDRO · PRIMO

DEI · RVTENI

IMPERADORE · AVTOCRATA

DI · POLONIA · RE

MASSIMO · AVGVSTO

DELLA · EVROPA · PACIFICATORE

DI · TVTTE · ARTI · E · SCIENZE

NELLE · SVGGETTE · E · ALIENE · REGIONI

PROTEGGITORE · AMPLISSIMO

QVESTE · OPERE · CELEBERRIME

SVL · MOTO · DELLE · ACQVE

FRANCESCO · CARDINALI

ITALIANO

A · TANTA · MAESTA

DEVOTISSIMO

INTITOLA

A

AVVERTIMENTO

Allor quando venne annunziata al pubblico la nuova edizione degli autori che trattano del moto dell' acque, era mio intendimento di ristampare i nove volumi della terza, ed ultima edizione fiorentina, accrescendogli soltanto d'alcuni schiarimenti, ove il bisogno lo richiedesse. Ma, esaminata più maturamente la cosa, ed avendo ottenuto da questo bibliotecario, e celeberrimo professore Mezzofanti la permissione di pubblicare molti MSS. inediti di Domenico Guglielmini, di Eustachio Manfredi, del padre Lecchi, di Eustachio Zanotti, del padre Ximenes, ec. esistenti nella biblioteca dell' università, ho creduto di dover cangiare divisamento, dando un altr' ordine alla suddetta raccolta, non solo in quella parte che riguarda la distribuzione delle materie stampate, ma ben anche per ciò che concerne l' inedite aggiunte. E per significare di qual natura sieno i cambiamenti che si vogliono introdurre, io ho tolto per ora di mezzo dalla fiorentina raccolta quelle molte scritture ch' essa contiene d' autori stranieri, ed ho formato una collezione tutta d' autori italiani, la quale non iscemerà nel numero dei volumi, stante le giunte inedite da inserirsi, e per cui la presente edizione verrà di pregio maggiore dell' altre. E, siccome nella suddetta compilazione fiorentina furono mescolatamente collocate le cose d' un autore parte in un volume, e parte in un altro, a questo, che a me è sembrato un inconveniente, ho posto rimedio, riunendo in un corpo gli scritti

tutti d'uno stesso autore; e per quegli scrittori che non hanno fuorchè una o due dissertazioni, ne ho unite diverse insieme, onde poter compilare un volume della raccolta; di che sieno esempio gli scritti di Domenico Guglielmini, che primi ora vengono pubblicati. Il primo volume della raccolta comprenderà il trattato della natura dei fiumi, ed il secondo le altre cose dello stesso autore sparse nei volumi stampati in Firenze, e vi si aggiungeranno le scritture inedite, mediante le quali si verrà a compiere il volume suddetto. Tra i vantaggi di questa nuova distribuzione, avvi quello che ogni volume farà da se solo opera separata e compita, il che arreca non lieve utilità in molte circostanze facili a riconoscersi da chicchessia.

Essendo poi stata terminata fino dall'anno 1774 la suddetta edizione fiorentina, e dopo di quel tempo non pubblicatisi altri volumi, i quali fossero di supplemento ai primi, così ora ho deliberato di formare una seconda raccolta d'autori italiani, che scrissero le loro cose dopo l'epoca mentovata fino al presente, la quale servirà di continuazione alla prima. In questa pure non s'osserverà l'ordine della data in cui si pubblicarano le scritture, ma bensì verranno poste per le prime le cose di quegli autori le quali siano bastanti per formare un volume della raccolta; poscia si porranno quelle uniche del tale o tale altro scrittore, delle quali a formare un tomo è necessario un buon numero. Il primo volume della nuova raccolta conterrà l'opera rinomatissima del conte Mengotti, intitolata: *idraulica fisica e sperimentale*, la quale verrà riprodotta con nuove aggiunte e correzioni fatte a bella posta per questa occasione, ed a me favorite dalla cortesia dell'illustre autore. Gli altri volumi comprenderanno opuscoli, e dissertazioni stampate tanto a parte, quanto inserite nei diversi atti delle società scientifiche d'Italia, alcune delle quali difficilissime a ritrovarsi. Alle suddette cose stampate ne verranno pure aggiunte anche in questa nuova raccolta molte altre inedite, avendosi a quest'ora

in mano MSS. molto degni di vedere la pubblica luce.

Oltre alle due raccolte d' autori italiani, se ne pubblicherà una terza d' autori oltramontani; nella quale saranno primamente inserite le scritture d' autori stranieri che facevano parte della raccolta fiorentina; secondariamente verrà aggiunta una scelta delle cose le più riputate d' autori francesi, inglesi, tedeschi, ec. traslatate per la prima volta in lingua italiana, per la qual cosa con questa e con le altre due raccolte si verrà a formare una collezione importante d' autori che scrissero delle cose idrauliche.

Rimane infine d' avvertire, che a maggiore dilucidazione delle materie trattate, saranno aggiunte delle note dove si riputeranno più necessarie, e che sarà posta ogni cura, onde la presente edizione sopravanzi le altre, anche per parte della correzione, e della pulitezza tipografica.

Francesco Cardinali.

DELLA

NATURA DE' FIUMI

TRATTATO FISICO MATEMATICO

DI

DOMENICO GUGLIELMINI

CON LE ANNOTAZIONI

DI

EUSTACHIO MANFREDI

Bologna 1821

Tipografia Marsigli

BIBLIOTHECA · BODLEIANA ·

PREFAZIONE

DELL' AUTORE DELLE ANNOTAZIONI.

La maggior parte delle annotazioni, che escono alla luce colla presente edizione del trattato della natura de' fiumi del Sig. Guglielmini, era stata da me stesa in iscritto, o per lo meno concepita, e serbata in mente nelle diverse occasioni, che ebbi di esaminare come si addattassero a' casi particolari quando una, quando un' altra delle proposizioni teoriche, o delle regole pratiche, che l' Autore ha esposto in quest' opera. Mi avvisai poscia, che siccome a me senza qualche attenta meditazione, non sarebbe il più delle volte riuscito di penetrare ne' suoi sentimenti, ne di sgombrarmi la mente da quegli equivoci, ne' quali sovente io mi accorgeva di essere incorso in materia sì difficile, così non fosse per riuscire soverchio, se col pubblicare ciò che io ne' casi predetti aveva meco stesso divisato, avessi renduto ad altri più agevole l' intendere gli insegnamenti dell' Autore, senza passare per tutti que' dubbj, che ad essi, come a me, potevano per avventura cader nel pensiero. Con tale intendimento mi sono dato a leggere di bel nuovo da capo tutto il libro. Ho inserito a suoi luoghi ciò, che totalmente a caso, e senza alcun ordine quà, e là aveva notato; vi ho aggiunto tutto quello di più, che in una tale lettura seguita mi è occorso di avvertire combinando fra loro i varj passi dell' opera; ne ho tralasciato di accennare se alcuna osservazione da altri più moderni scrittori dopo la prima edizione del libro fosse stata fatta, da cui potessero prendersi nuovi lumi, e ritrarre nuovo accrescimento a questa sì importante dottrina dell' acque correnti.

Se io abbia con ciò contribuita cosa alcuna a rischiarare i documenti dell' Autore, e a farne meglio comprendere tutto il sistema, debbo attenderne il giudizio degli altri. Questo solo parmi di potermi promettere, che presso i retti estimatori io non sarò per incorrer la taccia d' aver impiegata simil fatica in cosa, che nol vaglia; anzi spero, che dal Pubblico possa esser gradito, se non altro, il mio esempio nell' avere io preso ad illustrare un libro, che, dirittamente giudicando, si dee chiamare non pure originale, ma unico nel suo genere. Ben so, che questo mio detto a prima faccia parrà ad alcuni alquanto ardito; ma tale non sembrerà certamente a chi ben distinguendo ciò, che ha di particolare quest' opera, si farà a considerare, che due sono le parti, e due per così dire le scienze, che in essa si insegnano: una intorno alle acque, e l' altra intorno agli alvei de' fiumi.

Della prima non intendo io di attribuire merito sì speciale al nostro Autore, che venga a scemarsene il pregio d' alcun altro; perocchè quantunque molto egli abbia contribuito a perfezionare lo studio della misura delle acque correnti così in questo, come nell' altro libro, che pochi anni prima avea pubblicato col titolo Aquarum fluentium mensura, *nulladimeno, nè da lui primo riconosce questa scienza il suo essere, nè da lui solo il suo avanzamento fino a quello stato (qual' egli siasi) in cui si trova. È noto, che l' Abate D. Benedetto Castelli, fu quegli, che avanti d' ogni altro ne gettò i fondamenti coll' avere avvertito doversi nell' estimare le quantità dell' acqua de' fiumi aver riguardo oltre la larghezza, e l' altezza anco alla velocità. Scoprirono poscia il Torricelli, e il Mariotte colle loro sperienze il vero rapporto delle velocità colle altezze all' uscir che fa l' acqua dalle luci aperte nelle sponde, o nel fondo de' vasi, e la medesima regola fu stimato dal P. Milliet potersi applicare alle altezze, e alle velocità delle sezioni de' fiumi. Allora solo fu, che il nostro Autore parte seguendo tal dottrina, parte correggendola secondo alcune diversità de' casi, non prima da alcun altro avvertite, trattò metodicamente di tutto ciò, che appartiene alle velocità de' canali, e alla misura delle acque, che portano; dopo di cui il Sig. Varignon, il Sig. Cavalier Newton, il Sig. Gio. Bernulli, il Sig. Marchese Poleni, il Sig. Pitot, ed altri grand' uomini qual con nuove meditazioni intorno a' principj fisici del moto delle acque, quale con osservazioni esatte di fenomeni hanno arricchita l' idrometria di nuove, ed utilissime cognizioni; e finalmente abbiamo ora un eccellente trattato del P. Abate Grandi, pieno di profonda geometria, nel quale senza ristrignersi ad alcuna ipotesi intorno alle velocità, ha spiegato ciò, che vi ha di più astruso in questa materia.*

Ma della seconda, cioè a dire di quella parte, che considera le regole, e le leggi serbate dalla natura nelle direzioni, nelle declività, nelle larghezze, nelle diramazioni, nelle sboccature, e nelle altre particolarità degli alvei, per li quali scorrono i fiumi, tanto è lontano, che alcun altro avesse trattato, che ne pure si erano avvisati i filosofi potersi sopra ciò dare una scienza, se piuttosto non si dee dire, che alcuni di loro credessero d' averne già una, ma che era falsa, e fondata sopra vane supposizioni troppo leggermente ricevute come assiomi. Di ciò fanno testimonianza, e il loro comune consenso nel supporre esigersi dalla natura qualche pendenza a far che le acque potessero scorrere, e insieme il dissenso nello stabilire la quantità di tal pendenza; e l' estimar, che facevasi la maggiore, o minore velocità d' un canale unicamente dalla maggiore, o minore inclinazione; e l' immaginare che le sole acque chiare escavassero gli alvei, e le torbide non potessero che interrarli, e il figurarsi che i recipienti, allorchè gonfiano, rigettassero i loro tributarj; e soprattutto il darsi a credere, che i fiu-

mi carichi di materie terree andassero perpetuamente, e senza alcun limite rialzando i loro letti; con altri simili pregiudicj, da' quali non potea derivare che oscurità, e confusione nelle teoriche, e inganno perpetuo nella pratica.

La riforma dunque di tali dottrine, e lo stabilimento di questa nuova scienza fu quello scopo, a cui il nostro Autore indirizzò principalmente i suoi studj, e le sue ricerche, e questo gli fornì la miglior parte della materia al presente trattato. Egli è vero, che poco avanti i suoi tempi da più saggi professori si era incominciato a entrare in diffidenza di alcune delle massime poc' anzi dette, e quasi comunemente per l' addietro accettate, come si può scorgere da qualche passo della lettera del Galileo sopra il fiume Bisenzio, dall' architettura delle acque del Baratteri, e da alcune altre opere, che sono alle stampe. Aveva eziandio il Michelini dato qualche saggio d' un metodo in ciò, che appartiene alle direzioni de' fiumi nel proposito de' ripari, da' quali si difendono le ripe dalle corrosioni: lavori a' quali unicamente pareva essere stato per l' addietro rivolto tutto lo studio degli ingegneri, e de' quali abbiamo eziandio un discorso del celebre matematico il Sig. Vincenzio Viviani; e già la proprietà de' fiumi di escavare i loro letti per l' unione di altre acque, ancorchè torbide, era stata riconosciuta dagli autori più sensati, come si fa manifesto, non che da altro, da ciò che avea pubblicato in diversi eccellenti suoi scritti il Sig. Gio. Domenico Cassini intorno all' affare del Reno.

Ma nè questo era tutto ciò, che poteva desiderarsi intorno alla natura, e alle proprietà degli alvei, nè a tal' ordine era ridotto, che constituisse un sistema. Il Sig. Guglielmini fu quegli, che primo di tutti tentò, e condusse a fine una sì nuova intrapresa. Considerò egli, che il primo nascere, e formarsi degli alvei, o sia col profondarsi di quel piano per cui scorre l' acqua, o sia coll' alzarsi posandovi sopra materia terrea, benchè non dia sembianza di serbare alcuna regola, nulladimeno essendo opera della natura dee certamente soggiacere a quelle leggi costanti, che ella serba in tutte le altre sue opere. Vide, che per intendere queste leggi non vi era che da pensare a due principj: alla forza dell' acqua, e alla resistenza di quella materia, la quale o compone il letto, e contrasta all' esser corrosa, o scorre sopra il letto, e ripugna a scorrervi spinta verso il fondo dalla propria gravità. Avvertì, che nell' atto medesimo dell' adoperarsi la forza contro la resistenza per formare, o coll' escavazione, o colla deposizione un fondo, e due sponde, l' uno e l' altro di cotesti due principj era variabile, e talmente variabile, che allo scemarsi quello de' due, che nell' effetto inteso dalla natura prevaleva all' altro, questo all' incontro si aumentava, il che conduce per necessità ad un equilibrio, che è come dire a un termine di stabilimento dell' alveo, e nella penden-

za, e nella Larghezza. Da questa necessità (che egli a lungo spiega, e dimostra nel capo 5. e che da niun altro avanti lui era stata osservata) come da assioma fondamentale, e fecondo d' innumerabili conseguenze dedusse con metodo geometrico tutto ciò, che poteva desiderarsi ad una compita teorica degli alvei, e ad un' arte ben fondata per regolarli. Una dottrina sì nuova, e sì lontana dalle comuni prevenzioni si trova sì facile, e porta seco sì chiari lumi di certezza, e di evidenza, che chiunque legge resta sopraffatto di non aver egli conosciute, e dedotte da se stesso tali verità, e per dirla colle parole d' uno de' primi uomini del nostro secolo, il Sig. di Fontenelle, *i fisici, i quali non dubitavano per l' addietro di non intender bastantemente la natura de' fiumi, dopo aver letto questo libro hanno dovuto restar convinti, che punto non l' intendevano.*

In fatti, comechè nella parte puramente idrometrica abbia la dottrina dell' Autore corsa la sorte di tutte le altre di argomento misto di fisico, e di matematico, cioè di non essere stata ricevuta, che in grado di probabilità (il che nasce dal non aversi per anco una intera evidenza, ma solo qualche conghiettura intorno alle vere regole della velocità de' fiumi) tuttavia il suo sistema degli alvei in 40. anni, dachè uscì alla luce non ha trovato chi si avvisi di rivocarne in dubbio i principj; o se alcuna difficultà in qualche parte di esso è stata eccitata da chi lo trovava incomodo per li suoi fini, nello stesso suo nascere si è dileguata. Al contrario egli si è veduto, e si vede tutto giorno acquistar fede, e credenza tra' più esperti professori di quest' arte, e tra quegli ingegneri, che bramano di appoggiare le loro opere a qualche saldo fondamento. Confessano essi, che questo libro è un fondo inesausto di utilissime avvertenze per la condotta delle acque, e che vi si trova tutto ciò, che si brama alle occorrenze, o di fare nuovi lavori, o di giudicare dell' esito di quelli, che da altri vengono proposti. Nelle dispute, che sopra tali materie insorgono non pure nel Bolognese (le cui calamità hanno data occasione di coltivar quivi più, che altrove, o piuttosto quivi hanno da principio fatto nascere sì fatto studio) ma nel Ferrarese, nella Romagna, nella Toscana, in Roma, ed in altre parti d' Italia, si citano i suoi insegnamenti, e si rispetta la sua autorità; ne io so veramente se fra tanti ritrovamenti, che da un secolo in qua ha prodotti lo studio, e l' ingegno de' nostri, o degli stranieri matematici, alcuno mostrar se ne possa di maggior profitto, e di uso più immediato alla società degli uomini (al cui vantaggio parmi, che dovessero indirizzarsi gli studj, che s' intraprendono da chiunque ne è parte) d' una scienza, mercè cui si ponno oggimai non più alla cieca, ma colla scorta di qualche principio, intraprendere opere grandi intorno alle diversioni, e ad ogni altro regolamento di acque correnti.

Non è già, che per tutto ciò io pretenda, che in quest' opera sia stato esausto un sì vasto argomento, nè prescritto in essa un termine agli studj de' posteri; anzi confesso che sebbene dopo di essa niente, che io sappia è stato aggiunto alla dottrina degli alvei, potrebbe per avventura qualche elevato, e felice ingegno andar più oltre colle speculazioni, e da termini generali, entro i quali pare, che l' Autore si sia contenuto, avanzarsi a qualche cosa di più speciale, riducendo a misura quegli effetti, de' quali egli ha solamente per così dire considerate le proporzioni.

Si può co' fondamenti spiegati in questo trattato predire, che un tal fiume congiunto ad un tale altro ne scemerà la pendenza, e ne aumenterà la larghezza, ma già non si potrebbe determinare fino a qual segno sia per giugnere nè l' allargamento, nè l' escavazione. Si può prevedere, che un torrente sassoso mandato a scorrere sopra una pianura si formerà per mezzo di essa un alveo curvilineo colla concavità rivolta in alto, ma non si saprebbe già delineare in un profilo la giusta misura di quella curva, che la natura è per prescrivergli. Questi, ed altri molti problemi, che nella pratica sarebbero veramente di un' incredibile utilità, sono ancora riserbati all' industria degli idrometri. Si può ben credere, che l' Autore ne abbia conosciuta l' importanza, ma insieme ne avrà ravvisata la difficultà; e bisogna anco aggiugnere, che alcuni fra essi sono di tal natura, che quando si avessero metodi per risolverli, ove non si inventassero prima altre regole per accertare tutti que' dati, che dovrebbero presupporsi a tali ricerche, poco sarebbe il profitto, che nella pratica se ne potrebbe sperare.

Dopo tutto quello, che si è detto in proposito di quella parte del presente libro, che riguarda gli alvei, e che tutta è d' invenzione dell' Autore, renderà forse maraviglia a chi leggerà le nostre annotazioni lo scorgere, che esse per lo più spettino a quell' altra parte, che versa sopra il moto delle acque, e che da tanti altri era stata trattata. Non sarà tuttavia difficile intenderne la ragione se si rifletterà a ciò, che poc' anzi si è accennato, cioè non avere finora questa parte per fondamento altro, che mere ipotesi, e conghietture.

Quanto più incerti sono i principj, su' quali una scienza è stabilita, tanto più d' oscurità, e di difficultà conviene, che ne contraggono i dogmi, e tanto più di materia somministrino da meditarvi sopra, e da farvi annotazioni. Veramente egli parve, che nel libro della misura delle acque correnti si persuadesse l' Autore di aver già trattata questa parte con tale evidenza, che i principj da lui stabiliti si dovessero riputare qualche cosa di più, che semplici ipotesi. Ciò non ostante si vedrà nelle note presenti, e specialmente in quelle del primo, e del 4. capo, a quali difficultà possono essere soggetti, e quanta ragione abbiano gli

scrittori di desiderare, che tali principj si mettano in maggiore certezza col paragone degli esperimenti, che soli ponno decidere intorno alla loro sussistenza. Io non ho voluto dissimulare le dette difficultà, anzi non mi sono guardato di allontanarmi in qualche caso, ove la materia lo richiedesse, dal sentimento dell' Autore, il che ho stimato di poter fare salvo l' onore che io debbo alla memoria di un tant' uomo, il quale ho eziandio il titolo di rispettare come maestro. Per altro ben sono persuaso, che se alle regole per esso stabilite non si dee dare che il nome d' ipotesi, queste sieno per lo meno tanto verisimili quanto alcun' altra, che da alcuno sia stata adottata, e ciò pure si mette in chiaro nelle stesse annotazioni.

Siccome ad imitazione dell' Autore ho inteso di adattarmi in ciò che ho scritto anco alla cognizione di quelli, che non sono più che mediocremente introdotti negli studj delle matematiche, così mi sono astenuto da entrare in ricerche talmente profonde, che per venirne a capo fosse indispensabile l' uso della più sublime geometria, e tanto più che nella professione di quest' arte ho osservato non essere che assai rari i casi, ne' quali faccia d' uopo ricorrervi, e molto meno quelli, ne' quali siano necessarj i calcoli algebraici, che non sarebbero stati intesi da molti capaci per altro d' intendere perfettamente quest' opera.

Ben so, che non ostante il pregio in cui meritamente è tenuto il presente trattato di poco conto sarà riputato da alcuni il mio assunto, non tanto a riguardo del libro stesso in particolare, quanto per quel discredito, in cui generalmente tengono tutte le dottrine teoriche sopra tal materia persuasi, come sono, che trattandosi d' affari d' acque non vi sia bisogno che d' una mera pratica.

E certamente chi negasse, che la pratica non sia indispensabilmente necessaria per mandare ad effetto quei lavori (quali si sieno) che occorre di fare intorno ai fiumi, agli scoli, ai canali, o ad altre acque, poco senno dimostrerebbe, vedendosi tutto giorno opere ben intese mancare del loro servigio per essere state commesse a chi non aveva bastante capitale di pratica per eseguirle. Richiede senza dubbio ogni regola di prudenza, che il carico dell' esecuzione si commetta più che ad altri a chi per lungo uso ha potuto osservare, ed apprendere quali facilità, o quali difficultà si sogliono incontrare su i fatti, e come profittando di quelle si possano sfuggir queste con risparmio di danaro, e di tempo, e con vantaggio dello stesso lavoro. Aggiungasi, che ne' libri teorici poco o nulla d' ordinario si trova scritto, nè intorno a materiali, nè intorno alle manifatture de' lavori; nulla a cagion d' esempio intorno al modo di pestare, spianare, e render consistente la terra alzata in argini; nulla intorno alle scarpe da darsi alle escavazioni, alle arginature, alle ripe, secondo le qualità de' terreni; nulla intorno alla scelta d' uno più, che d' un' altro legname, nè alle grossezze,

nè alle lunghezze, nè alle fitture de' pali, nè alla maniera d' incatenare, nè di riempiere, nè di rinvestire pignoni, sassaie, od altri ripari; nulla insomma di molte, e molte cose che voglionsi necessariamente sapere da chi si mette a fare opere di tal natura. E sebbene sarebbe desiderabile, che alcuno esperto ingegnero dasse al pubblico un trattato compito, e metodico sopra tali particolarità (delle quali solamente qualche cosa si legge nelle opere del Baratteri, negli scritti del Meyer, ne' discorsi del Sig. Viviani, e in pochi altri) nulladimeno chi colla propria sperienza tali notizie si fosse acquistato, di gran lunga sarebbe da anteporre a chi stimasse di averle bastantemente apprese colla semplice lettura degli altrui libri.

Ma all' incontro, che la nuda pratica dia cognizioni bastanti per ben concepire un progetto di qualche momento in questo genere, non si può concedere, se pure non si cambiasse come alcuni fanno ciò che propriamente è pratica, con ciò che è vera teorica. Per avvedersi di ciò basta chiedere a quelli, che tutto stimano doversi rimettere a' pratici, se essi credano, che un pratico proponendo per avventura alcun suo pensiero in ordine a un taglio, a una derivazione, a una diversione, o ad altro regolamento d' un fiume, parli totalmente a caso; perciocchè se così pensassero, poco mancherebbe loro per intendere, che quel tale non è nè teorico, nè pratico, ma al più, quando la riuscita del lavoro si trovasse rispondere all' intenzione, potrebbe chiamarsi un indovino. Se poi reputano, ch' egli parli col fondamento di qualche ragione, allora egli fa gran torto a se stesso intitolandosi pratico; al contrario egli è teorico senza accorgersi di esserlo, perocchè alla teorica, e non alla pratica appartiene il riferire gli effetti alle loro cagioni, e dalla cognizione di queste prevedere quali debbano riuscir quelli; e tutto lo scrupolo che sopra un tal uomo potesse rimanere sarebbe, che egli nel ragionare che ha fatto avesse per disgrazia mal ragionato, nel qual caso niuno dovrebbe biasimare, se altri studiasse quegli Autori, che pretendono d' insegnare a ragionar meglio di lui. Che se per ultimo stimeranno non parlar egli nè a caso, nè con fondamento di ragione, ma con quella sola cognizione, che può dargli l' esperienza d' altri simili casi da lui veduti, allora se veramente in cotesti casi concorrevano tutte senza eccezione le stesse stessissime circostanze, che concorrono nel caso, di cui si tratta, non pure convengo, che il suo giudicio debba preferirsi a quello di qualsivoglia teorico, ma dico non esservi al mondo alcun uomo nè teorico, nè pratico, a cui si debba affidare un tale affare, che a lui solo, a cui è toccata la rara sorte di vederne il successo in tante individuali esperienze; ma se qualche circostanza è varia da un caso all' altro, forza è, o che egli arrischi un tentativo della sua pratica, o che torni a far da teorico adducendo una ragione per cui sia ben sicuro, che la di-

versità di quella circostanza non possa cangiare la riuscita dell' opera.

Tanto ho stimato opportuno di dire per aprire, se possibil fosse, gli occhi ad alcuni, che in negozj d' acque si fanno beffe d' ogni studio teorico, ingannati da questa popolare, ed antica ciancia, la quale non pure va tutto giorno per le bocche di coloro, a' quali giova che così si creda, ma talvolta arriva a trovar fede, e a sedurre il giudicio anco di quelli, che più hanno interesse di non prendere in ciò degli abbagli; concordando io per altro, e concedendo di buona voglia, che in simili affari siccome a nulla serve una pratica troppo cieca, così resti inutile una teorica troppo astratta, e che la perfezione debba consistere in un giudicioso accoppiamento dell' una coll' altra.

Possiamo tuttavia rallegrarci, che a' tempi nostri i periti, e gli ingegneri più saggi nella nostra Italia, fatti accorti della necessità di unire insieme cotesti due studj, abbiano cominciato a gustare colla frequente lettura di questo libro quei fondamenti teorici, che per l' addietro parevano trascurarsi dai più di loro. Il che se continueranno a fare, non dubito che non sieno ben tosto per ridursi a tale di aver essi minor bisogno di matematici per l' invenzione, di quello che i matematici abbian bisogno di loro per l' esecuzione delle più importanti intraprese in materia d' acque.

PREFAZIONE DELL' AUTORE

Ho considerato più volte, dacchè provenga, che le proposizioni matematiche restino provate con ragioni cotante ferme, che meritino nome di dimostrazioni, e sforzino gl' ingegni degli uomini all' assenso; laddove le fisiche non ammettono, se non motivi probabili che non oltrepassano la sfera del verisimile. Negli andati tempi quando i filosofi si fermavano su la corteccia de' soli nomi, e assegnata che aveano per cagione d' un effetto naturale, o una virtù, o una facoltà, o una qualità, sembrava loro d' essere arrivati all' ultimo termine del sapere, era facile il credere, che la diversa natura degli oggetti della fisica, e della matematica, potesse riputarsi autrice dell' incertezza dell' una, e dell' evidenza dell' altra; a' nostri giorni però, ne' quali gli uomini penetrando più a dentro, e sino al midollo delle cose, hanno cominciato ad assegnare per cagioni degli effetti della natura, non più ideali virtù; ma in luogo loro la grandezza, la figura, e il moto de' primi componenti materiali, non può dirsi che l' incertezza della fisica abbia origine dall' oggetto di essa, quale s' innalzi di gran lunga sopra quello delle matematiche; essendo che la grandezza, e la figura sono pure gli oggetti della geometria, siccome il moto si è quello della meccanica.

Pertanto sempre più resta con gran ragione da dubitare, e da ricercare maturamente, d' onde nasca, che, sebbene restano occupate, l' una e l' altra di queste due scienze, in trattare dell' oggetto medesimo, nulladimeno la matematica si è tanto avanzata, e tutto il giorno così va avanzandosi che sembra di non avere limiti alla sua estensione, ove al contrario, la filosofia naturale, abbenchè nel secolo presente abbia fatto qualche progresso, contuttociò resta così indietro, come se non avesse alcuna connessione colla matematica suddetta: e pure bisogna confessare ch' essa è obbligata di riconoscere tutto 'l suo, qualsisia accrescimento dall' attenzione che hanno avuta i matematici d' impiegare in vantaggio della medesima, le regole della geometria, e della meccanica.

Considerando perciò, che i matematici gelosissimi dell' evidenza delle proposizioni, richiedono ne' loro supposti una perfetta astrazione da tutto ciò che può alterare le conseguenze delle dimostrazioni, il che per fare, assumono delle idee puramente intellettuali, nelle quali non cade alcuna, benchè menoma imperfezione; ove al contrario, i fisici sono tenuti d' ammettere ne' loro supposti tutto quello che concorre, o che può attualmente concorrere alla produzione d' un effetto, mi son persuaso di riconoscere in ciò l' origine dell' incertezza della filosofia naturale; e mi sono confermato in tale credenza col riflettere, che in quelle scienze, nelle quali i matematici prendono a discorrere d' oggetti fisici, come sono l' optica, le meccaniche, l' astronomia ec. si contentano che le loro proposizioni si verifichino dentro una certa latitudine, ed in teorica, poco curandosi, se l' esperienza fa riscontrare nell' applicazione delle medesime, qualche picciola diversità: ed in fatti non sono state ricevute nel numero delle matematiche, anche miste, se non quelle scienze che hanno un oggetto assai semplice, le cui affezioni dipendono, o da una sola, o da poche cagioni; e che ponno essere poco mutate dalle resistenze, e dall' impurità della materia.

La multiplicazione adunque delle circostanze dalle quali, o si produce, o si varia, o s' accresce, o si scema un effetto, è quella che apporta tutta la difficoltà di provare le proposizioni fisiche, colla stessa evidenza, colla quale sono dimostra-

te le geometriche: ed in ciò non v' ha dubbio veruno; poichè chiunque ha avuta mano in cercare delle verità spettanti alla quantità anche astratta, sa bene per prova, quanto difficile si renda il metodo di rinvenirle, quando i supposti si multiplicano oltre il dovere; e non per altro riescono facili gli elementi d' Euclide in proporzione della geometria più recondita se non perchè le loro proporzioni, il più delle volte, poc' altro suppongono che la sola idea, o diffinizione della figura, e se talvolta v' è qualche cosa di più, non dà tormento all' immaginazione per essere conceputa: al contrario riesce astrusa la ricerca della natura delle linee di più alto grado, solo perchè i supposti s' accrescono di numero; e perciò è d' uopo di facilitarne i metodi coll' analisi, che serve d' appoggio, o com' altri dicono, d' estensione all' immaginativa.

Se dunque nella più astratta geometria, il multiplicare i dati serve ad accrescere la difficultà di rinvenire ciò che da quelli può derivare; quanto più tal multiplicazione avrà luogo, in rendere difficile la ricerca degli effetti naturali, e delle regole, con che opera la natura? posciachè, posta sempre la cagione medesima, e parimenti il medesimo soggetto, nel quale dee prodursi l' effetto; anzi data la cognizione di più cagioni insieme operanti, ciascheduna colla sua energia; e supposta la cognizione del soggetto, in ordine a tutte le circostanze, nelle quali esso si trova; dato in oltre per conosciuto il concorso del mezzo, e di tutto ciò che può estrinsecamente fomentare, o alterare, o impedire l' effetto; non è già impossibile, assolutamente parlando (abbenchè oltre ogni credere difficilissimo) di trovare per via di dimostrazione ciò che ne dee succedere, quando tutto il predetto debba operare per necessità di natura; ma non può finalmente aversi in tutti i casi veruna sicurezza, che tutto quello che una volta ha cooperato a produrre un effetto, debba altresì concorrervi un' altra; e che non si varj per conseguenza l' effetto medesimo.

Questa, e niun' altra, è la cagione per la quale i medici hanno bel dare delle regole generali, concernenti alla curazione de' mali, ed al pronostico de' medesimi; perchè ad ogni modo rade volte si troverà che si verifichi universalmente alcuno de' loro aforismi, abbenchè sia esso stato dedotto immediatamente dall' osservazione: e questo anche è il perchè resta screditata la chimica in molti de' di lei più rinomati esperimenti, come pure nota il famosissimo Boile nel suo libro *de Infido experimentorum successu*.

Quindi è che per discorrere dell' opera della natura, non si può batter altra strada che quella, o di considerare le cose individualmente; o pure, volendo formare delle proposizioni universali, di porre fra' supposti quelle sole cagioni, che più frequentemente concorrono a dar l' essere a un nuovo prodotto, e lasciare al discernimento di chi vuole applicarle, la cognizione dello stato individuale di ciascun caso; acciocchè riflettendo alle ragioni, possa dedurne, se, o lo statuito nella proposizione sia in tutto applicabile; o pure se alcun' altra circostanza non considerata nella dimostrazione, possa alterare in qualche parte la verità della medesima; quando però non si voglia procedere per una via puramente matematica, quale è quella di prescindere da tutte le circostanze estrinseche, e di considerare l' effetto, come se fosse dalla sua cagione prodotto nel voto, o dentro d' una materia perfettamente omogenea, il che quantunque possa praticarsi rispetto a certa sorta d' oggetti, che operano con una somma semplicità, come sono il raggio della luce, i tremori del suono, il moto de' gravi ec. non è però sempre praticabile, rispetto a quelle cagioni, che hanno un operar più composto, e più soggetto alle alterazioni.

Ho voluto prepararvi l' animo, miei benigni lettori, col farvi conoscere la cagione dell' incertezza della fisica, acciocchè vediate quello ch' avete da promet-

tervi di me nell' opera, che ora do in pubblico sopra la *Natura de' Fiumi*. È questa un trattato fisico per quello che risguarda l' oggetto, che ne meno è de' più semplici; ma il medesimo, rispetto al modo della considerazione, non lascia di appartenere in qualche maniera alle matematiche; avete dunque da prefigervi nella mente, di non aspettare da me, nè in tutte le dimostrazioni, quel rigore che di ragione esigereste da un geometra, nè in tutte le proposizioni, quell' universalità, colla quale sono proferite le asserzioni più astratte. Io vi diedi, alcuni anni sono, la misura dell' acque correnti, nella quale so d' aver camminato con più di rigore, dal che fui obbligato a prescindere dagl' impedimenti, da' quali, o non mai, o quasi mai va scompagnata l' acqua che corre per li canali; ma ora che ho voluto darvi una teorica de' fiumi, non poteva io farlo con una perfetta astrazione, senza incorrere la taccia di fingermi una materia diversa da quella della quale si vale la natura nel formare gli alvei a' fiumi medesimi. Quindi è che necessariamente ha bisognato mettere a conto gl' impedimenti, i quali, perchè sono di tante sorte, e di così diversa natura nell' operare, che riesce moralmente impossibile il ridurli in classi particolari; perciò m' è convenuto considerarli nel loro genere, e dedurne ciò che i medesimi possano, secondo le circostanze, tanto in alterare il corso dell' acque, quanto in produrre altri effetti che sembrano maravigliosi. Non mi do già a credere di avere esaminati tutti i casi possibili, e considerate in ognuno di essi tutte le circostanze che loro ponno avvenire; essendo, e quelli presso che infiniti, e queste troppo variabili; bensì penso d' avere spiegati gli effetti che più universalmente si riscontrano ne' fiumi, e d' avere dimostrata la connessione che hanno i medesimi colle loro vere cagioni. Nel far ciò credo essermi riuscito di scoprire molte proprietà degli alvei, per l' avanti affatto sconosciute, la cognizione delle quali porgerà a' professori molto di lume alle occasioni, per tenersi lontani da quegli errori, che per lo passato hanno prodotti sconcerti grandissimi; e darà l' apertura a' medesimi di esaminare i loro progetti prima di proporli, poscia di eseguirli colla scorta della ragione. Bisogna confessare, che l' architettura dell' acque ha camminato sin' ora con piede poco sicuro, a cagione del non avere mai trovato chi le dia l' appoggio delle scienze necessarie; dal che ancora è proceduto che la medesima è stata ripiena di falsi supposti, e d' equivoci. Io mi lusingo d' averne scoperti molti; e per conseguenza di avere levati altrettanti inciampi alla felicità del di lei progresso, che giova sperare sia per succedere maggiore alla giornata, se i matematici impiegheranno la meccanica, la scienza del moto, e la geometria (scienze affatto necessarie) all' avanzamento della medesima; e s' accertino di poter farlo con frutto, particolarmente se travaglieranno attorno quella parte delle meccaniche, la quale sin' ora non è stata toccata da altri che dal Sig. Newton insigne matematico Inglese; ma non in maniera da potersene valere in proposito de' fiumi. L' utilità della materia può persuadere ognuno ad intraprenderne la fatica; poichè difficilmente troverassi altra parte della fisica, la cognizione della quale, più di questa, sia necessaria agli usi degli uomini, essendo pochi i paesi che, o dai fiumi non ricevano danni, o dai medesimi non ne ricavino utile, a misura delle condizioni diverse de' fiumi stessi, e dell' arte, colla quale i popoli s' applicano alla loro condotta.

Quanto a me so d' avere impiegato tutto lo sforzo possibile per promuovere questa scienza; ma non ho potuto farlo che in piccola parte, e rozzamente; perchè avendola trovata quasi affatto incolta, m' è bisognato superare quella massima difficultà, che suole incontrarsi nello stabilimento delle scienze nuove. Ciò che di buono mi sia riuscito di fare, io non lo so; so bene di non avere avuta altra mira in questo mio assunto, che di cooperare alla pubblica utilità; e perciò, quan-

do non vi fosse altro di considerabile in esso, vi sarà almeno il motivo di averne scritto a tal fine, e soddisfatto all' obbligo che a tutti corre di adoperare il proprio, qual si sia talento in pubblico vantaggio. Questo motivo medesimo m' ha fatto uscire di quando in quando dalla pura speculazione teorica, coll' aggiugnere delle regole attenenti alle principali operazioni dell' architettura dell' acque, acciocchè i professori di essa possano, leggendole, ridursi alla memoria ciò che principalmente merita d' essere considerato nell' esecuzione delle medesime. Ho procurato altresì di rendermi chiaro, quanto ho potuto, sì ne' motivi delle dimostrazioni, tra' quali ho perciò scielti i più facili, e i più famigliari; sì nella frase, nella quale non ho avuto altro oggetto che la chiarezza; sì finalmente nelle figure, che voi dovete interamente all' aggiustatezza del Signore Egidio Bordoni, che nel delineare le medesime, ha voluto, oltre il renderle intelligibili, anco ornarle, col dare sfogo al suo pulito disegno: mentre io per altro non avrei saputo darvi che rozzi sbozzi di pure linee, non bastanti a rendere pienamente instrutti del mio sentimento tutti quelli che, o per genio, o per professione s' applicassero alla lettura del libro.

Rispetto al metodo, voi vedrete che ho distesa la materia in quattordici capitoli, divisi per una parte di essi, in diverse proposizioni provate colle più limpide ragioni che ho saputo, dalle quali ho dedotti gli opportuni corollarj: contengono, e quelle, e questi le principali proprietà de' fiumi, le quali hanno poi servito di base a molte considerazioni, parte, o inserite tra le proposizioni medesime, o aggiunte nel fine de' capitoli; e parte disposte sotto capi particolari. Avrei potuto molto più abbondare nel numero delle proposizioni; ma per isfuggire la soverchia lunghezza, mi sono contentato di portare in luogo loro le semplici asserzioni, aggiungendovi in succinto i motivi per prova: e tanto ho creduto bastare a chi avrà inteso le cose precedenti; il che parimente ho praticato rispetto alle regole date per direzione della pratica. E perchè possano facilmente trovarsi, anche scorrendo il libro, le asserzioni sparse quà e là; in luogo di annotazioni marginali, ho fatto porre in carattere corsivo ciò che ho creduto più particolare. Per fine voglio avvertirvi, che una gran parte delle proposizioni non solo sono fondate sulle ragioni che ho addotte in prova di esse; ma in oltre sono le medesime confermate dall' osservazione, e dall' esperienza: poichè con questi mezzi son' io arrivato a conoscere la verità nelle occasioni, che sin' ora ho avute frequenti di osservare, e considerare, e speculare ad un tempo sopra gli effetti de' fiumi; di far prendere le misure delle cadute di essi ec. Avrei potuto addurvi le predette osservazioni in prova delle proposizioni medesime; ma perchè non l' avrei fatto, che rispetto a quelle de' fiumi, al più dell' Italia, ho voluto piuttosto valermi di ragioni più generali, ed astenermi dalle predette, col lasciare che ciascuno ne' fiumi del suo paese ne riscontri la verità, che servirmi di prove, e d' osservazioni particolari, che ne meno sarebbero state intese da' forestieri. Gradite, benigni lettori, quest' effetto del mio buon desiderio d' impiegarmi in pubblico benefizio. E vivete felici.

TRATTATO
DELLA NATURA DE' FIUMI

CAPITOLO PRIMO.

Della natura de' fluidi in generale, e specialmente dell' acqua, e delle di lei principali proprietà, necessarie a sapersi per la perfetta cognizione di questa materia.

Non è possibile a veruno (per quanto io creda) il ben intendere la natura dell' acqua, se prima non ha ben capita l' essenza, e la costituzione de' corpi fluidi in generale, atteso il doversi quella, senz' alcun dubbio, connumerare fra questi. Per arrivare adunque a tale notizia dee ricercarsi prima, ciò che s' intenda sotto nome di corpo fluido, e secondo, ciò che debba avere realmente, e fisicamente quel corpo che tale viene denominato; o che è lo stesso, quale sia la mentale, e quale la fisica idea della fluidità. Per rinvenire e l' una, e l' altra io la discorro così. Può avvertirsi da ognuno che i Corpi tutti dell' Universo, si concepiscono dagli Uomini, secondo l' apparenza, o come uno, o come molti, e perciò alcuni vocaboli sono determinati a significare un solo individuo, come *Sole, Terra ec.* ed altri ad esprimere una congerie de' medesimi, come *Esercito, Selva, Popolo ec.* Abbenchè però questi ultimi sempre partecipino in qualche modo la ragione dell' unità, non vi è però, chi non sappia, non essere questi che moralmente, un solo individuo; ma bensì un composto indefinito di molti: non così de' primi, ne' quali si concepiscono dal volgo le parti come unite al suo tutto insieme continuate, e quasi cospiranti alla formazione di esso, che perciò è concepito come una cosa sola indistinta in se medesima, e distinta da tutte le altre. Quegli però, che non si fermano del tutto nella corteccia delle notizie volgari, apprendono bene che tutto ciò che viene loro rappresentato da' sensi sotto specie d' un solo individuo, non è che un rammassamento di parti più piccole, una distinta dall' altra, e che unite insieme concorrono alla costituzione del tutto.

Queste parti componenti, o sono così unite una all' altra, che ripugnando all' essere separate, proibiscano che un altro corpo passi fra esse, o no. Nel primo caso i composti si chiamano duri, e quando fosse tale l' unione, ed il contrasto ad essere separate, che non potesse da veruno Agente naturale essere superato, si direbbero i

composti avere una perfetta durezza; ma perchè non se ne danno di tal sorta, quindi è che i corpi naturali si chiamano duri rispettivamente più, o meno secondo la diversa resistenza che fanno le loro parti ad essere separate; e perciò nel secondo caso, permettendo li corpi naturali, che le loro parti siano separate una dall' altra, ciò può farsi in due maniere, o in modo che quelle che restano, non mutino la situazione, e i toccamenti che hanno fra di se; o pure che in luogo di quelle ne sottentrino successivamente delle altre consimili. I primi si chiamano corpi consistenti, e i secondi corpi liquidi; e perchè può essere che le parti, le quali restano nel composto, ne ritengono la primiera situazione, ne entrino immediatamente in luogo delle perdute; quindi è che bisogna aggiungere una terza affezione participante in un certo modo, e della liquidità, e della consistenza, che si chiama mollizie, o lentore, siccome i corpi che la possiedono, molli, o lenti.

Dovrà dunque chiamarsi corpo liquido quello, che essendo considerato come un solo, è permeabile da un altro corpo in modo però che il permeante sia sempre circondato dalle parti di esso; cioè a dire, che queste concorrano immediatamente a riempire il luogo successivamente lasciato da quello: e questa sarà l' idea mentale idonea a farci distinguere i corpi liquidi da quelli che non sono tali.

Per maggiore intelligenza di che, si dee avvertire che alla liquidità si ricercano due condizioni essenziali: La prima è l' unità della sostanza apparente nel corpo, che si chiama liquido; posciachè manifestandosi esso come una congerie di corpi minori distinti, non così facilmente sarà chiamato dall' universale degli uomini corpo liquido; ma bensì una massa di più corpiccinoli, come si dice de' cumuli di arena, di miglio, e simili, i quali abbenchè abbiano qualche proprietà de' corpi liquidi, nulladimeno non ne partecipano il nome; e ciò nasce, perchè la denominazione che si dà loro, è propria del componente che apparisce al senso, e non del composto; ed all' incontro ne' corpi chiamati liquidi, il nome si dà al composto, non alla parte componente, che per essere insensibile non ha avuta la sorte di essere significata con un vocabolo particolare. Di quì nasce, che per la sensibilità, o insensibilità delle parti componenti sono distinti i corpi liquidi da i cumuli, o masse predette, che è una differenza affatto accidentale, e desunta dall' imperfezione de' nostri sensi; mentre per altro non può, che secondo il più, e il meno distinguersi l' essenza de' primi da quella de' secondi. Pure a fine di stare colla significazione comune del vocabolo di *liquido*, è necessario richiedere in esso, come condizione essenziale, l' unità.

L' altra condizione è, che il liquido sia permeabile, senza però lasciare aperto il luogo del passaggio, che è lo stesso che dire; che

il corpo permeante sia sempre circondato, ed abbracciato dal corpo permeato. In questa condizione però vi sono alcune apparenti difficoltà, perchè non potendo succedere il liquido nel luogo abbandonato dal permeante, che per causa di un conato vincendevole che abbiano tutte le parti componenti fra loro; supponendo separato da esse questo conato, non potrebbero che seguitare le direzioni de' moti impressi dal permeante, e così in molti casi non succederebbero nel luogo di esso; onde è, che tal composto non dovrebbe più chiamarsi liquido, e pure non pare che si muti essenzialmente la di lui natura. Ciò però non ostante egli è evidente, che in tal caso non potrebbe esso chiamarsi che un corpo semplicemente permeabile: poichè in sostanza la liquidità è così connessa col moto, o almeno con la potenza motiva delle parti, che non può, ne meno dall' intelletto separarsi da esso. Pare in oltre, che un corpo possa passare per mezzo di un altro con moto così tardo, che sebbene questo non si chiami liquido, nulladimeno però possa sempre tenerlo circondato durante il suo passagio; ma può dirsi che non basta che ciò succeda rispetto ad un certo grado di velocità nel permeante; ma bensì rispetto a tutti li possibili, e che sia un indizio di lentore non di una vera liquidità il circondarsi sempre il corpo permeante, quando questo si muove tardamente, non quando si muove più veloce. E se bene può per lo contrario intendersi tal grado di velocità nel corpo permeante che non possano immediatamente portarsi ad abbracciarlo le parti del liquido: si dee avvertire, che ciò sarebbe necessario in un corpo perfettamente liquido, ma non negli altri, a' quali s' attribuisce maggiore, o minor grado di liquidità, secondo che più, o meno prontamente le loro parti succedono nel luogo del permeante; e perciò la liquidità anch' essa è una affezione relativa. Pochi perciò, per non dire nessuno, sono i liquidi che non abbiano qualche lentore, il quale per appunto si discerne fra gli altri motivi, anche da quella poca difficoltà che impedisce le loro parti d' unirsi al di dietro de' corpi, che dentro di essi si muovono.

Vogliono alcuni, che tutte le parti della materia siano gravi, cioè, che abbiano un conato intrinseco, o se non tale, almeno originato da una cagione perpetuamente operante, che le spinga verso un punto determinato, il quale si chiama centro de' gravi. Ma altri ammettendo bene, che nel mondo sublunare la materia tutta sia affetta di questo conato, lo niegano alla materia celeste, alla quale danno alcuni una certa tendenza verso il Sole. Io non voglio entrare quì a decidere questa controversia; ma supponendo almeno come possibile, che la materia non sia tutta grave, bisogna dire che vi possano essere fra liquidi altri gravi, ed altri no. I primi perchè hanno la loro tendenza al centro che li obbliga ad accostarsi, quanto più ponno, al me-

desimo, e perciò (trovandosi liberi dagl' impedimenti) a portarsi verso di esso con una maniera di moto, la quale con vocabolo latino si dice *fluxus*, si chiamano perciò specialmente fluidi; ma gli altri liquidi che non sono stati creduti dagli uomini, affetti di gravità, come l' aria, e l' etere, sono stati da' più accurati detti semplicemente corpi liquidi, o spirabili, avendo loro negato il nome di fluidi, perchè gli hanno creduti inetti a fluire. Ciò che siasi di questa distinzione io osservo, che tra fluidi, cioè liquidi gravi, fra' quali annovero l' aria, con la comune de' più sensati fisici, altri sono compressibili, ed altri nò; cioè a dire, altri ponno da una mole maggiore ridursi ad una minore senza alcuna perdita della propria sostanza, ed altri contro qualunque sforzo mantengono la loro quantità senza accrescerla, o sminuirla, che coll' addizione, o detrazione d' altra materia. L' aria è il solo fluido compressibile, o elastico, che si abbia, per quanto fin' ora si sa, nella natura; tutti gli altri sono incompressibili, come l' acqua, l' olio, il vino ec. e se bene, pare che alcuno di essi sopporti qualche piccolissima, ed insensibile compressione ciò probabilmente nasce delle minime bolle di aria, che stanno racchiuse nella tessitura delle parti di esso.

(1) Ma egli è omai tempo, che dall' idea puramente mentale, che abbiamo portata del liquido, passiamo a darne l' idea fisica, cercando quale sia la natura di esso, idonea non solo a rendere la ragione della prima, ma anche di tutte le altre proprietà, che ne' liquidi si manifestano. Noi abbiamo detto che il liquido è quello che è permeabile da un altro corpo, di maniera che il permeante sia sempre

---

(1) A tempi ne' quali fu scritta quest' opera erano gli studj della maggior parte de' filosofi quasi unicamente rivolti ad iscoprire, se possibil fosse, la figura, la tessitura, i movimenti, e le altre affezioni meccaniche delle menome particelle, che costituiscono ciascuno de' corpi naturali, persuadendosi, che da ciò dipendesse l' ultimo compimento della scienza fisica, e la perfetta cognizione della natura, i cui effetti non da altri principj supponevano doversi riconoscere che da due soli: materia, e moto. Fra quelli che con maggiore studio, e con più attenta meditazione si adoperarono in così fatte ricerche singolar lode certamente merita il nostro Autore, come si può scorgere dalle sue belle osservazioni intorno le figure de' sali, dal trattato del principio sulfureo, e da questo primo capo dell' opera, che abbiamo per le mani, in cui prende a indagare le figure de' componenti di que' fluidi, ch' egli chiama naturali: l' acqua, l' aria, l' etere, ed il mercurio.

Ma comechè egli abbia sopra tale argomento forse più d' ogni altro scrittore ragionevolmente filosofato, mostrando nel presente capo per mezzo delle prime cinque proposizioni, e de' loro corollarj potersi spiegare tutte, o quasi tutte le principali proprietà dell' acqua (della quale era suo principale intendimento di ragionare) supposte le particelle di essa di figura sferica; convien confessare che una tale ipotesi è soggetta a difficultà non disprezzabili, delle quali una sentii già

circondato da esso; bisogna adunque che il liquido s' accomodi sempre alla superficie del corpo permeante, ed acciò che questo siegua, è necessario che le parti di quello siano spinte verso il luogo abbandonato da questo. Tale spinta può essere cagionata o dal moto del medesimo permeante, dal quale (impressa che sia alle parti immediatamente contigue, ed opposte alla di lui direzione) venga poi comunicata successivamente alle altre, e ribattuta dalle resistenze trovate, all' indietro, in maniera che si faccia una circonpulsione sino al luogo abbandonato dal mobile, come può succedere ne' puri liqudi: o pure può essere originata da qualche principio interno, o universale, come dalla gravità, o dalla forza elastica ne' corpi fluidi. In questi comechè la facilità di accomodarsi alla figura del mobile nasce da uno dei due accennati principj, così è necessario che da questi medesimi derivi una simile pronta disposizione di accomodarsi alla figura di un vaso che li contenga, senza la resistenza del fondo, e sponde del quale la muterebbero sino a figurarsi sfericamente attorno al centro de' gravi, o pure sino a quietarsi in un altro vaso che li contenesse. Quindi è che la fluidità strettamente presa può definirsi, come

---

proporre dall'acutissimo filosofo, e matematico il Sig. Co. Jacopo Riccati, ed è: che se l'acqua non fosse che un aggregato di piccole sfere, le quali insieme si toccassero (siccome l'autore ha dovuto supporre che si tocchino) e che fossero solide, o piene, e non già vuote (che tali appunto pare che egli le ponga nel §. *io ho pensato più volte*, non ammettendo altro vacuo, che quello che rimane negl' interstizj delle particelle dell' etere) non pare possibile spiegare come si trovi in natura alcun corpo o fluido, o solido che ecceda del doppio, anzi a molti doppj, la gravità specifica dell' acqua, laddove certamente alcuni ve ne hanno, e fra questi l' argento vivo, che ben 13, o 14 volte l' eccedono. Imperocchè posto a cagion d' esempio un vaso cubico tutto pieno di sferette di tal grandezza quale si vuol supporre quella de' menomi componenti dell' acqua, facil cosa è il dimostrare, che la somma degli spazj, che tra le sferette rimangono vuoti sempre è minore della somma delle solidità di tutte le sferette; e perciò quando, rimosse queste, s' intendesse il medesimo vaso tutto pieno di qualunque altra materia, che non lasciasse alcuno interstizio fra le sue parti (che è quel più di materia, che da un tal vaso possa essere contenuto) non potrebbe la quantità di tal materia essere ne pur doppia di quella di tutte le sferette che capivano nel vaso; dal che siegue non potersi trovare alcun corpo, il cui peso specifico giunga al doppio di quello dell' acqua, giacchè per sentimento comune de' filosofi (e che pare comprovato dall' esperienza, per cui si osservano tutti i corpi solidi cadere, prescindendo dalle resistenze, con velocità eguali) le quantità di materia contenute in ciascun corpo o solido, o aggregato di più solidi, sono proporzionali a' pesi degli stessi solidi.

Ma comunque sia della verità di questa, o di altre simili ipotesi fisiche, egli si vuole avvertire che sebbene il nostro autore prende a dedurre le proprietà de' fluidi dalla supposizione delle loro figure, non intende tuttavia che quelle dottrine che egli è per esporre intorno al corso delle acque, sì necessariamente

fece Aristotele, per una pronta disposizione che hanno i corpi di accomodarsi alla figura de' continenti, originata dalla gravità delle parti che li compongono; e perciò non potendo mutarsi la figura d' un corpo senza che le di lui parti mutino sito, ed i contatti vicendevoli, o strisciando una sopra l' altra, o staccandosi d' insieme; è necessario che la connesione delle parti di un corpo fluido sia o niuna, o così piccola che la gravità di esse ne possa prontamente superare il momento: dico la gravità, perchè essendo la forza elastica sempre eguale alla comprimente, ed essendo questa per lo più la gravità medesima del fluido, o pure potendo equivalere ad essa; poco importa che si consideri la forza elastica immediatamente operante, o pure in luogo di essa il peso, dal quale la medesima prende la sua possanza.

Questo gran distaccamento di parti ne' fluidi, siccome è evidente, così è ammesso da tutti i fisici, li quali ancora convengono che esso debba essere di maniera, che una particella non possa riposare quietamente, e stabilmente sopra di un' altra, come farebbero due cubi; ma debba stare in una continua vacillazione, ed indigenza di un sostegno laterale, come se si volessero porre più sfere, o palle d' artiglieria una sopra l' altra, le quali se bene, teoricamente parlando, ponno sostentarsi, se li punti tutti de' contatti, e i centri di gravità

---

dipendano da tale supposizione, che senza di essa non potessero essere bastantemente provate. Assai certo è tutto quello che appartiene al suo principale argomento sol che sia vera la sesta proposizione di questo capo, anzi pur solamente il secondo, e il terzo corollario di essa, i quali corollarj (come veremo nelle note seguenti) vengono sì costantemente confermati dall' esperienza, che si ponno prendere come primi principj in questa materia. Quindi è che abbiamo stimato meglio tralasciare qualche annotazione, che ci sarebbe occorso di fare a queste prime proposizioni concernenti la figura sferica delle parti de' fluidi, per passare a ciò che più da vicino appartiene al movimento dell' acque, stimando che i principj di questa scienza abbiano assai più saldi fondamenti nell' esperienza, che in qualunque discorso, comecchè ingegnoso de' filosofi. Un tal modo di filosofare è anco più conforme al genio del secolo in cui scriviamo, nel quale già pare che comincino a andare in disuso quelle sottili conghietture intorno alla figura, e alla costituzione delle particelle de' corpi naturali, o sia per diffidenza di spiegare gli effetti della natura co' soli principj meccanici (come dopo il Cartesio si era cominciata a lusingare la maggior parte de' fisici) o sia per disperazione di colpir nel segno nell' addattarli a fenomeni particolari. Quindi, come saggiamente avvisa il cavalier Newton, più sano consiglio è il ridurre lo studio della filosofia naturale al cercare colle osservazioni le leggi della natura, e poscia secondo queste leggi predire ne' casi particolari quali debbano essere i fenomeni, giacchè tanto per l' appunto può bastare per gli usi della umana società (al cui profitto debbono essere indirizzati gli studj degli uomini) lasciando l' investigazione delle prime cagioni a chi stima di non impiegare inutilmente il suo tempo nel rintracciarle.

siano in una linea retta perpendicolare all'orizzonte; nulladimeno però per ogni, anche menoma cagione, quando non fossero sostenute dalle bande, si sconcerterebbe la loro situazione perpendicolare, e rovinando al basso cercherebbero qualche sostegno. Non s' accordano però tutti gli autori in assegnare la causa del predetto distaccamento; poichè altri vogliono che ne' fluidi vi sia una certa perenne agitazione, che tenga in continuo moto le parti tutte de' componenti di essi; e di fatto per ispiegare la fusione de' metalli, e la liquefazione della cera, e delle resine (che non sono altro che il passaggio delle dette sostanze dallo stato di firmità, o consistenza a quello di fluidità) bisogna ricorrere al moto impresso nelle parti di esse, o dal calore, o da altro; anzi nell'acqua medesima si osservano le vestigia, e gli effetti d' un moto insensibile, come sono la dissoluzione de' sali, e l' estrazione di diverse tinture ec. Altri però hanno creduto non aversi veruna necessità di ammettere questo moto ne' fluidi, mentre la loro natura può egualmente spiegarsi per la sola figura de' minimi componenti; come per la sferica, sferoidea, e simili, le quali non ammettono per qualunque verso si voltino il contatto con le vicine, che in un sol punto, o in una sola linea; abbenchè altri, secondo la diversità de' liquori, abbiano eletta la figura ottaedrica, dodecaedrica, ed icosaedrica, e non sia mancato chi ha creduto l' acqua essere composta di più cilindri sottili, e flessibili a modo di anguillette, pensando che con questa, più che con qualsivoglia altra figura si possano rappresentare, e la natura, e le affezioni tutte che le accadono. Io non voglio farmi partigiano di alcuna delle sopradette opinioni; ma più tosto cercando di conciliarle m' appiglio a credere, che de' corpi fluidi se ne trovino di due sorti; altri cioè, ch' io chiamo fluidi artificiali, o più tosto corpi liquefatti, ed altri fluidi naturali, o liquori. I primi non si può negare che ricevano la loro fluidità da una agitazione violenta, che sconcerta le parti, e toglie loro quell' unione, la quale per altro affettano, onde al cessare di essa agitazione ben presto ritornano alla primiera coerenza: e questi sono tutti quelli che all' accrescersi l' energia della causa liquefaciente, sortiscono proporzionalmente maggiore fluidità, e col diminuirsi di quella la vanno perdendo; ma i secondi abbenchè non siano mai privi di moto, attesa la facilità che hanno di ubbidire a qualunque impressione, mercè il perfetto equilibrio, in cui d' ordinario si trovano; ad esso però non devono principalmente il loro fluore, ma bensì alla figura delle proprie parti, qualunque ella sia purchè dotata di qualche curvità: e questi si distinguono da' predetti, perchè mantengono i gradi della propria fluidità in ogni proporzione di moto che in loro si trovi: e se vi fosse qualche fluido, come io credo ve ne siano molti, che riconoscesse il proprio essere dall' uno, e dall' altro

degli accennati principj, io mi lusingherei di poterlo distinguere dagli altri due, coll' osservare i gradi della di lui fluidità accresciuti, o scemati, all' accrescersi, o scemarsi dell' agitazione, ma non in proporzione di essa.

Troppo mi dilungherei dall' assunto intrapreso s' io volessi quì mostrare che possono salvarsi colle supposizioni predette tutti i fenomeni appartenenti alla fluidità, o più tosto valermi de' medesimi per dimostrare la verità de' supposti; solo adunque mi do a riflettere non ricercarsi veruna determinata figura ne' componenti de' fluidi artificiali, potendo la violenza del moto superare ogni momento di coerenza fra' medesimi, o provenga questa immediatamente dalla configurazione de' minimi del composto, o pure da una pressione esterna, che produca effetto maggiore nelle figure terminate da superficie piane, e che hanno fra di se maggiori toccamenti; ed in fatti non v' è sostanza che a forza di fuoco o non si dissolva, o non si liquefaccia. Vero è che un medesimo grado di moto può rendere fluida una sostanza determinata, e lasciare nella sua quasi primiera fermezza un altro corpo che richiederà un grado di agitazione molto più grande, per essere liquefatto; e ciò proviene, non dall' efficiente che si suppone invariato, ma bensì dalle diverse circonstanze fra le quali ha gran luogo la figura delle parti ed il modo di combinazione che hanno fra loro medesime. Sí ricerca bene in tutti li fluidi che le parti staccate l' una dall' altra siano insensibili, di modo che non lascino fra loro apparenti interstizj, e perciò è necessario che il moto predetto possa sminuzzare in parti simili la sostanza del corpo, s' egli deve chiamarsi un fluido più tosto che un cumulo di frangimenti; siccome fa di mestieri che le parti sminuzzate conservino fra loro la contiguità, se il corpo si ha da dire liquefatto, e non risoluto in varie sostanze o in vapori; e perciò non si riducono alla fluidità per forza di fuoco violento, che le sostanze più fisse, quali sono le terree, e le minerali.

Ma ne' fluidi naturali, oltre le dette condizioni, è necessaria una determinata figura, per cagione della quale una parte non possa avere gran connessione colle vicine, quale sarebbero o la sferica, o la sferoidea, o altre simili; poich' egli è certo, che toccandosi queste figure in un sol punto, non ponno avere molto contatto, e per conseguenza ne anche gran connessione di parti. Noi abbiamo detto di sopra, che i cumuli, o masse, per esempio, di miglio, d' arena, di limatura di ferro, e simili hanno gran similitudine co' fluidi, da' quali non sono differenti, forse che nella grandezza delle parti componenti, nella diversa pulitezza delle medesime, e nella condizione della figura più regolare; e perciò vediamo, che simili cumuli tanto più partecipano le proprietà de' fluidi, quanto le granella sono più piccole, più liscie di superficie,

e meno angolari; ond' è che se noi c' imagineremo, per esempio, uno di questi cumuli formato di particelle minutissime, e per conseguenza insensibili, di figura curva, e di superficie ben tersa, di modo che non possa impedire lo strisciamento dell' altre parti sopra di se; noi avremo o un vero fluido, o almeno un esattissimo modello di esso, senza che a renderlo tale concorra alcuna efficienza di moto.

Non occorre affaticarsi molto in cercare diverse figure, secondo la diversità de' fluidi, abbenchè il numero di essi sia indefinito; perchè trattandosi di fluidi artificiali, o misti, ogni figura, come si è detto, può soddisfare, potendo, la violenza del moto superare quel più di resistenza che proviene dalla medesima: e per li fluidi naturali egli è certo, che non sono molti se si prendono nella loro semplicità; e forse fra quelli che si sanno, non v' è che l' acqua, l' aria, e l' argento vivo. Per gli altri corpi fluidi può bastare o la mistura dell' acqua in sufficiente abbondanza, che li renda tali, o pure quella degli altri fluidi naturali sopra enunciati, dipendendo ogni loro diversità dalla varia mistione, proporzione ec. delle materie, o saline, o solfuree, o terree, o bituminose, o d' altra natura. Basta dunque di determinare la figura delle parti di detti tre fluidi, per intendere la natura della fluidità di tutti gli altri che da essi la partecipano.

E cominciando dall' acqua, egli è manifesto per testimonio de' nostri sensi, ch' ella è trasparente, e ponderosa, ma non eccessivamente; e di più, ch' ella non è compressibile, cioè che non può ridursi per forza esterna in un luogo minore di quello ch' essa naturalmente occupa, prescindendo dalla rarefazione, e condensazione che patisce nell' introdursi, e partirsi da quella il calore. Per ispiegare queste affezioni, basta supporre che le parti dell' acqua siano sferiche: posciachè, per quello che riguarda la fluidità, toccandosi le sfere in un sol punto, egli è evidente, che i contatti saranno indivisibili, e perciò, o niuna, o quasi niuna sarà la coerenza delle parti. La trasparenza è facile da spiegarsi col mezzo de' pori che necessariamente devono lasciare le sfere insieme combinate, i quali saranno disposti in linee sensibilmente rette, non potendovi mai essere altro divario che il semidiametro di una di dette sferette ch' è insensibile, e tale che non potressimo assicurarci con qualsisia diligenza di tirare sopra un foglio di carta una linea ben diritta, che non avesse sinuosità maggiori di quelle, che in questo supposto si concepiscono nella rettitudine d' un raggio di luce, che passi per gl' interstizj lasciati da dette sferette: ed in fine l' incompressibilità, ed il peso nasce dalla solidità di detti componenti, e dal non potersi ristringere li pori predetti.

Rispetto al mercurio è necessario salvare in esso, oltre l' essere di fluido, anche la grande ponderosità, e l' opacità, il che non è così facile da ottenersi. Noi sappiamo che il peso assoluto de' corpi,

nasce dalla quantità della materia che li compone, ed il peso specifico de' medesimi è dovuto al più, ed al meno della materia compresa sotto una mole eguale. Egli è in oltre probabile, ed accettato da' migliori fisici, che la diafaneità provenga dalla rettitudine de' pori, i quali si trovano nelle sostanze diafane, purchè essi siano permeabili da quella materia, che è il soggetto della luce; e perciò, o non avendo un corpo poro veruno, o avendone, se essi saranno disposti in linee sensibilmente obblique; o se pure saranno piccoli a segno, che non possa penetrarvi con libertà la sostanza eterea, che verisimilmente si crede la base della luce, o ch' ella non possa mantenere, durante il passaggio per essi, le agitazioni ricevute dal corpo luminoso; è necessario che succeda l' opacità. Quindi è che per ispiegare le accennate affezioni dell'argento vivo, bisogna supporre che le di lui parti, qualora siano semplici, ed elementari (come parmi di dovere ragionevolmente asserire) posseggano tal figura che non permetta, se non minimi contatti. E perchè tal sorte di toccamento produce per necessità molti interstizj, e pori; perciò non potendosi unire alla natura del fluido omogeneo la loro deficienza, o obliquità, è necessario che essi siano picciolissimi, anzi tanto pochi, che il loro difetto basti a supplire alla prevalenza del peso specifico. Tutto ciò mi è paruto potersi ottenere, ponendo che le parti del mercurio siano di figura sferoidea, ma tale che il di lei diametro maggiore abbia una grandissima proporzione al minore, il quale debba essere non molto più grande di quello di una particola d' etere, e ciò perchè l' interstizio resti tanto piccolo, che l' etere predetto vi passi sì, ma non con libertà, e che perciò la di lui azione, nella quale consiste l' essenza della luce, o venga a perturbarsi, o resti insensibile. La grandezza del diametro maggiore di esso sferoide serve ad ispiegare la ponderosità di esso, perchè sminuisce il numero degl' interstizj, e per conseguenza dà luogo a maggior copia di materia.

L' unione dell' elastica, o sia compressibilità colla natura del fluido naturale, che si osserva nell'aria non è stata sin' ora sufficientemente spiegata. La maggior parte de' fisici si accordano nel dire, che l' aria è composta di parti di figura spirale, il che io non negherei; ma non sarei già facile ad approvare la spirale rivoltata intorno ad un cilindro, o pure ad un cono, e molto meno la semplice figura arcuata, perchè tal sorta di figure, o contrasta alla fluidità, o non soddisfa appieno alle condizioni dell'elastica. Quindi è ch' io più tosto eleggerei una spirale avvolta intorno ad una sfera, di maniera che le distanze delle rivoluzioni fossero permeabili dalla sola materia eterea, che perciò potesse riempire le capacità della sfera medesima. Con tal supposto egli è chiaro che si spiega perfettamente la fluidità sempre permanente dell'aria; posciachè siccome un gran cumulo di sferette di

filograna potrebbe dirsi godere qualche sorta di fluidità, così la medesima non può negarsi all' aria, se le di lei parti siano simili ad una di quelle. In oltre è evidente la compressibilità, potendo ognuna delle rivoluzioni spirali sottentrare, o almeno accostarsi al piano della vicina, di maniera che tale sferetta possa comprimersi, e compressa che sia, dilatarsi per la lunghezza dell' asse delle rivoluzioni medesime. E perchè tali compressioni riducono la spirale predetta dalla configurazione di una sfera a quella d' uno sferiode, il quale è capace egualmente che la sfera, a produrre la fluidità, manifestamente apparisce, che l' aria compressa, o dilatata che sia, non accresce, o sminuisce l' essere suo di fluido, ma è necessario ch' ella lo conservi sempre; se pure non vogliamo porre tale la distanza delle rivoluzioni, che possano tutte spianarsi in un cerchio massimo della sfera medesima, nel qual caso pure dovrebbe mantenersi qualche sorte di fluidità.

La predetta figura ha un' affezione particolare, che difficilmente si trova nell' altre ipotesi, ed è che tale spirale sferica può essere compressa al lungo dell' asse, da qualunque lato riceva ella i conati della forza comprimente, siasi questa o esterna, o fatta dal peso delle parti superiori del medesimo fluido; anzi se noi vorremo ammettere un moto qualsisia nell' etere che lo porti a traverso di tutte le sostanze composte (come per salvare moltissime apparenze, pare necessario doversi fare) non sarà difficile nel medesimo supposto trovare la causa della stessa forza elastica; poichè posto che una forza comprimente abbia così ristrette insieme le rivoluzioni della spirale predetta, che l' etere non possa con libertà passare fra l' una e l' altra; di necessità, tentando egli l' entrata, dovrà far forza per allargarle, e scostarle una dall' altra, e questa forza sempre dovrà essere maggiore, quanto più ristrette fra di se saranno le rivoluzioni della spirale. Ecco adunque la causa, per la quale le parti dell' aria, compresse che siano, tentano continuamente di ridursi a mole più grande, nel quale conato consiste la forza elastica. Per ultimo si manifesta la cagione del poco peso dell' aria, attesa la poca materia che compone la di lei sostanza, e le grandi vacuità che per conseguenza risultano non solo tra una sfera, e l' altra, ma anche dentro la corporatura di ciascheduna di esse.

Io ho pensato più volte quale differenza debba porsi fra le parti dell' acqua, e quelle dell' etere, il quale se bene è un liquido che niente si manifesta per se medesimo a' nostri sensi; rende però con li proprj effetti altrettanto chiara la sua esistenza a chi lo risguarda con gl' occhi d' una ben purgata ragione. Dopo molte meditazioni finalmente mi sono fermato a credere che la figura delle parti dell' uno, e dell' altro sia la medesima, e che la differenza tutta, per quello

spetta, alla materia, sia constituita nella mole di esse, di gran lunga maggiore nell'acqua, che nella sostanza eterea, e per quello che appartiene alla diversità delle affezioni, consista questa nella varietà de' movimenti, da' quali è agitata l'una, non l'altra sostanza. Se ciò vorrà supporsi, facilmente se ne potrà dedurre, che l'etere contenuto dentro una mole eguale, per esempio di un piede cubo, ha meno di materia di quello abbia verun altro corpo, avvegnachè i di lui interstizj, come che fatti dalle più picciole figure che siano fra le parti materiali dell'Universo, non possono essere riempiti d'altra materia, e per conseguenza restano vuoti; dove quelli degli altri corpi, essendo aperti alla sostanza eterea, non hanno dentro di se altre vere vacuità, che quelle che restano fra le particole della medesima. Ho detto *vere vacuità*, perchè se devo confessare il vero, non molto mi convincono gli argomenti di Cartesio, con li quali pretende egli di provare l'esistenza d'una sostanza più sottile dell'etere che riempia tutti gl' interstizj degli altri corpi, chiamata da esso primo elemento.

Sin quì abbiamo supposto, ma non provato, che le particole de' fluidi siano orbicolari, e precisamente che quelle dell'acqua (il che è il nostro principale intento) siano sferiche; ora è necessario darne qualche pruova in modo, che non resti luogo di dubitare della verità di tale ipotesi. E perchè delle cose di fatto non si può avere altra evidenza, che quella la quale nasce o dall'apprensione immediata, come succede nella cognizione che si ha di esse per mezzo de' sensi, i quali nel nostro caso non arrivano a darcela; ovvero dalla coerenza degl' effetti sensibili colle idee fisiche formate nell'intelletto per ispiegarli; ci daremo a dimostrare, che posto che l'acqua sia un aggregato di picciole sferette gravi, devono succedere quegli effetti che giornalmente s'osservano esser proprj di essa, e degli altri fluidi che da essa hanno la fluidità. Io suppongo le sferette dell'acqua gravi senza stare a cercare d'onde provenga la loro gravità; perchè tale ricerca è più propria della fisica, o della statica, che di questo trattato. Non si può per tanto negare ch'ella si trovi nelle particelle de' fluidi, perchè essendo essi gravi, bisogna che tali siano per la gravità delle proprie parti, siccome devono la propria mole all'aggregato delle picciole molecole che li compongono.

Prima però di venire alle dimostrazioni, egli è necessario di premettere alcune definizioni per maggiore facilità del discorso. Per fare adunque strada alle medesime, si avverta, che del fluido del quale abbiamo a parlare, si debbono intendere le parti contigue, e perciò dovendosi toccare, e supponendosi esse sferiche, sarà il contatto in un punto, per lo quale passerà la linea che connette li centri. Supponiamo ora che si trovino più sfere A, B, C, D, (*fig.* 1.) le quali

abbiano i centri nella linea AD, questa (1.) si chiami *linea de' centri*, e la serie delle sfere predette si chiami (2.) *linea di sfere*. Due di queste linee contigue, e paralelle ponno combinarsi in due maniere, cioè, o supponendo che la seconda linea di sfere sia talmente situata con la prima AD, che l'altra linea de' centri AE stia ad angoli retti con la AD; ovvero supponendo che faccia colla medesima angoli obbliqui, come AG. Nel primo caso egli è evidente, che le quattro sfere A, B, N, E, faranno spazj quadrangolari; ma nel secondo, come che tre sfere concorrono a fare uno spazio, sarà ognuno di questi triangolare, come quello ch'è fatto dalle sfere A, G, B. Nell'una maniera, o nell'altra, se tutte le sfere avranno i centri in un medesimo piano, (3.) si dica questo *piano de' centri*, e (4.) le sfere tutte *piano di sfere*, il quale (5.) se sarà orizzontale si chiami *strato*, e questo nella prima combinazione (6.) si nomini *piano, o strato retto*, e (7.) nella seconda *strato, o piano obbliquo*.

Sopra di uno strato si ponno intendere parimente situate in due maniere le altre sfere che formano l'altezza di una massa di esse: cioè supponendo prima, che sopra ogni sfera insista a prependicolo un'altra sfera, di modo che la linea che connette il centro della sfera superiore con quello dell'inferiore, sia perpendicolare alle due AE, AB dello strato retto, ed alle due AB, AG dello strato obbliquo; o pure che insistendo la sfera superiore a perpendicolo sopra gli spazj (siano triangolari, o quadrangolari) la linea che congiugne li centri delle sfere superiori ed inferiori, sia obbliqua al piano sottoposto. Io rigetto la prima maniera, abbenchè abbracciata dal Ciassi, e dal Signor Varignon, perchè io non so darmi ad intendere, per qual cagione le sfere del secondo strato non abbiano a posarsi nel luogo più basso che dà loro un appoggio più stabile di tre, o quattro sfere di base, più tosto che nel più alto, sul quale stanno in bilico, posando sopra un sol punto. Assumendo adunque che le sfere del secondo piano superiore insistano agli spazj lasciati tra le sfere del primo: io osservo che o si pongano nel piano orizzontale gli strati obbliqui, o pure i retti, necessariamente dee succedere nella massa delle sfere il medesimo modo di combinazioni; poichè nell'uno, e nell'altro caso ogni sfera resta circondata da dodici sfere, i contatti vincendevoli delle quali lasciano spazj, alcuni de' quali sono triangolari, altri quadrangolari, cioè otto de' primi, e sei de' secondi, come può ogn'uno osservare facendone la combinazione, e come si può anche facilmente dimostrare. Credo nulla dimeno che vi sia qualche cagione che determini gli strati ad essere più tosto retti, che obbliqui, e perciò valerommi nelle seguenti dimostrazioni di tale supposto, col quale anche meglio, e più facilmente si arriva alle dimostrazioni.

Si consideri dunque che posto uno strato retto, ogni sfera superiore, insistente ad ognuno degli spazj del piano inferiore, tocca quattro sfere, come la sfera soprapposta allo spazio R tocca, e s' appoggia sopra le quattro L, N, O, P; e perchè sono posti intorno ad ogni sfera quattro spazj, perciò ogni sfera del piano inferiore come N, sarà toccata, e premuta da quattro delle superiori insistenti agli spazj R, S, T, V. Ora o sia la sfera R premente le quattro sfere predette, o pure la N premuta da altre quattro, connettendo con rette linee li centri della premente, e delle quattro premute, o pure quelli della premuta, e delle quattro prementi, formeranno queste la metà di un ottaedro; posciachè i centri delle quattro premute sono disposti negli angoli d' un quadrato NP, il cui lato è LN doppio del semidiametro, e perciò eguale al diametro delle sfere. E similmente le linee che da N, L vanno al centro della sfera soprapposta allo spazio R passando per lo contatto di esse faranno un triangolo, del quale ognuno de' lati sarà eguale al diametro d' una sfera, cioè al lato NL della base quadrata; sarà adunque un triangolo equilatero, e la figura formata dalle linee connettenti questi centri sarà terminata da un quadrato, e da quattro triangoli equilateri; e perciò farà un mezzo ottaedro. Nella stessa maniera si dimostrerà, che le linee le quali congiungono i centri della sfera N premuta, con quelli delle quattro prementi, faranno un mezzo ottaedro eguale di lato al predetto, tra' quali non sarà altra differenza che di sito, essendo in un caso la base NP nel piano inferiore, ed il vertice nel superiore, e nell' altro caso la base TR nel piano superiore, ed il vertice N nell' inferiore. Posto ciò si vede ben chiaro, che tutte le sfere insistenti agli spazj del piano inferiore formeranno un secondo piano di sfere paralelle al primo, le quali vicendevolmente si toccheranno; e che li predetti ottaedri rivoltati colle cime l' una contro l' altra, riempiranno lo spazio, lasciando tra di se interstizj tetraedrici, come è stato dimostrato da noi nelle *Riflessioni filosofiche*. Essendo adunque che nel mezzo ottaedro, l' asse, cioè la linea tirata dal vertice al centro della base, cada ad angoli retti sul piano di essa: quindi è che la linea perpendicolare verso il centro de' gravi, tirata dal vertice della piramide premente, passerà per lo punto R centro del quadrato NP, e dello spazio R; e similmente la linea tirata dal vertice N al centro del quadrato TR, che si dee intendere nello strato superiore sarà verticale. E perchè l' asse dell' ottaedro fa col lato di esso un angolo semiretto, quindi è che la direzione colla quale la sfera insistente a R, spingerà le sfere sottoposte N, L, P, O sarà semiretta. Ciò premesso, veniamo alle proposizioni.

PROPOSIZIONE PRIMA.

Se sarà uno strato retto di sfere, e sopra di uno de' di lui interstizj sarà situata un' altra sfera, premerà questa le quattro sottoposte egualmente, sì per la linea perpendicolare, che per l' orizzontale.

Sia sopra l' interstizio R (*fig.* 1.) posta una sfera, la quale, come si è detto, poserà sopra le quattro L, N, O, P: dico che questa premerà la sfera N, colla forza perpendicolare eguale a quella colla quale la medesima sfera superiore spingerà orizzontalmente la sfera stessa N (*fig.* 2.). Posciachè intendasi che la sfera superiore sia Y, la quale prema la N con una qualsisia forza che noi esprimeremo colla linea YN, e da Y si tiri verso il centro de' gravi la perpendicolare YR, e per N l' orizzontale NR; è dimostrato dalla scienza meccanica, che la forza obbliqua YN operi spingendo la sfera N, per la direzione YN con due forze, una perpendicolare, l' altra orizzontale, e che queste hanno alla forza YN la medesima proporzione che hanno le linee YR, RN alla YN; ma YR è eguale ad RN, essendo l' angolo RYN semiretto, e l' angolo YRN retto; adunque la forza colla quale la sfera Y spinge perpendicolarmente la sfera N, è eguale alla forza, colla quale la sfera N è spinta da Y orizzontalmente. Il che ec.

COROLLARIO I.

Di quì ne siegue, che *la forza esercitata dalla sfera* Y, *per la direzione* YN *sta alla forza perpendicolare, o orizzontale* come YN ad NR, cioè *come il lato dell' ottaedro* NO, *al semidiametro* RN *del quadrato* NP.

COROLLARIO II.

Nella stessa maniera si dimostrerà, che *le sfere soprapposte agli spazj* S, T, V, *premeranno ognuna tanto perpendicolarmente, che orizzontalmente la medesima sfera* N, *colla stessa proporzione*. Ed essendochè *ognuna di esse spinge obbliquamente con egual forza, stante l' egualità degli angoli delle loro direzioni colla linea verticale*, ne siegue, che ancora *le forze così perpendicolari, che orizzontali saranno eguali*, e perciò la sfera N sarà spinta perpendicolarmente verso il centro de' gravi da quattro forze, ognuna delle quali sarà eguale al semidiametro del quadrato TR; e conseguentemente *la forza, colla quale la sfera* N *è spinta all' ingiù perpendicolarmente dalle quattro sfere soprapposte, sarà quadrupla del semidiametro del medesimo quadrato, e dupla del diametro;* e questa sarà anche la misura della forza totale, o momento, libero d' una delle sfere.

COROLLARIO III.

Spingendo adunque le due sfere R, S, secondo le direzioni RN, SN, la sfera N contro gli spazj T, V, con due forze orizzontali RN, SN, fra loro eguali, ed inclinate insieme ad angolo retto; se si tirerà per S la linea SO, paralella ad NR, e per R la linea RO, paralella ad NS, si uniranno queste nel centro della sfera O; onde tirata ON, sarà questa la misura della forza colla quale le due sfere R, S, spingono la sfera N, per la direzione ONE, contro la sfera E, come è dimostrato da' Meccanici; e perchè ON è il lato del quadrato, il quale è anche misura della forza obbliqua, ne nasce che *la forza colla quale la sfera* N, *è spinta orizzontalmente contro una delle quattro sfere che la toccano nello stesso strato, sia eguale alla forza obbliqua di una delle quattro sfere soprapposte*. Nell' istesso modo si dimostrerà che le quattro sfere L, O, B, E, sono spinte ognuna contro la sfera N, con forza eguale alla forza obbliqua. Ciò si può anche provare, supponendo che gli spazj T, S, V, R, restino senza sfere, che la sfera O sia spinta per ON dalle sfere degl' interstizj M, I, e che la sfera L, sia spinta contro N, dalle sfere insistenti agl' interstizj H, 4 ec. le quali forze delle sfere O, L, saranno equilibrate da quelle che poste le sfere in S, R, V, T, comporrebbero le S, R, contro O, e le V, R, contro L, ec. e perciò le due R, S, spingeranno N, per ON, e le due R, V, spingeranno N per LN, ec. Sarà dunque *la sfera* N, spinta orizzontalmente con direzioni contrarie da forze eguali, e conseguentemente *starà immobile* pareggiandosi nel di lei centro le forze prementi.

COROLLARIO IV.

Posto adunque che la sfera N sia spinta per le direzioni ON, LN, con forze eguali ad ON, LN, ne siegue, che tirata per O la linea OP paralella ad NL, e per L la linea LP paralella ad NO, concorreranno queste nel centro P; e PN sarà *la forza colla quale le due sfere* O, L *spingeranno la sfera* N, *contro lo spazio* T; sarà perciò *questa forza* eguale a TR diametro del quadrato TR, e per conseguenza *sarà la metà della forza totale, o libera di una delle sfere*.

PROPOSIZIONE II.

Se sarà uno strato di sfere, e sopra uno de' di lui interstizj sia posta una sfera premente quattro di esse, le quali siano spinte orizzontalmente da quelle che sono insistenti agli altri spazj con una forza eguale al diametro del quadrato, che è base del semiottaedro; sarà da queste forze unite sostenuta la pressione perpendicolare d' una sfera,

ed ognuna la spingerà obbliquamente all' insù, secondo la direzione dell' angolo semiretto, con una forza che valerà il lato del medesimo quadrato.

Sia allo spazio R insistente una sfera, la quale spinga obbliquamente le quattro sfere L, N, O, P, le quali all' incontro siano spinte verso R (*fig* 1.) con forze eguali a PN, LO, NP, OL, secondo quello che si è dimostrato al corollario IV. della proposizione antecedente; dico che queste forze unite, saranno bastanti a sostenere il peso totale della sfera R, e che ognuna di esse spingerà all' insù obbliquamen- ad angolo semiretto la sfera R, con forza eguale al lato del quadrato NO (*fig.* 2.). Posciachè, supposto che NP sia la forza, colla quale la sfera N opera orizzontalmente contro lo spazio R, egli è da notarsi che questa forza dovendosi esercitare per NP, incontra la resistenza delle due sfere Y, &, la prima superiore, la seconda inferiore alla sfera N, e perciò la forza NP, si dividerà nelle due sfere Y, &, spingendole per le direzioni NY, N&, egualmente inclinate alla linea NP; cioè, come si è dimostrato, ad angolo di gr. 45. Condotta dunque per P la linea PY, paralella ad N&, e per lo stesso punto P la linea P&, paralella a YN, sarà la forza di N esercitata per l' orizzontale alla forza di N, esercitata per le inclinate, come NP, a YN, ed essendo NP diametro del quadrato, sarà YN il di lui lato; e perciò la forza colla quale la sfera N spinta orizzontalmente, spinge la sfera Y all' insù per la linea inclinata NY, sarà commensurata dal lato del quadrato, base del semiottaedro. Di più, perchè la direzione obbliqua NY, si risolve nell' orizzontale NR, e nella verticale RY, sarà la forza colla quale la sfera N, mediante la forza, e direzione NP, spinge insù verticalmente la sfera Y, commensurata dalla linea YR, e perchè questa è la metà del diametro del quadrato, e la forza totale d' una sfera equivale al doppio diametro del quadrato; ne siegue che la forza colla quale è spinta la sfera Y verticalmente da N, sia un quarto della forza totale d' una delle sfere; e perciò concorrendo a spingere in su la sfera Y, tre altre sfere, sarà l' azione di tutte unita, eguale alla forza d' una di esse, e conseguentemente tanto premerà al basso perpendicolarmente la sfera Y (*fig.* 1. *e* 2.) insistente allo spazio R, quanto le quattro L, P, O, N che circondano lo spazio medesimo, spingeranno la medesima all' insù verticalmente; e tanto la sfera Y spingerà al basso obbliquamente una delle sfere, v. g. L, quanto la medesima spingerà Y colla medesima obbliquità all' insù. Il che ec.

COROLLARIO I.

Intendendo adunque, che attorno della sfera N dalla parte inferiore degli spazj T, S, R, V, sottentrino *quattro sfere*, queste *spingeranno*

la sfera N *all' insù con tanta forza, quanta è quella colla quale la sfera* N *spinge le medesime all' ingiù.*

COROLLARIO II.

Essendo adunque che le sfere sottoposte spingano obbliquamente all' insù la sfera N con una forza eguale al lato del quadrato, v. g. VR, ed essendo la medesima sfera N spinta dalle quattro sfere orizzontali colla forza medesima, e similmente dalle quattro insistenti agli spazj T, S, R, V, ne siegue, che *tutte le dodici sfere che circondano la sfera N, la spingono con direzioni centrali eguali fra loro.*

COROLLARIO III.

E perchè ogni sfera di qualsisia strato sottoposta allo strato superiore può concepirsi, e come una delle circondanti alcuna delle sfere che la toccano, e come circondata da dodici altre; ne siegue, che *ogni sfera spinga, e sia spinta da tutte le parti egualmente;* e perciò *sia constituita in un perfetto equilibrio.*

COROLLARIO IV.

E perchè come si è dimostrato al corol. IV. della prop. antecedente, la pressione orizzontale sostenuta da una sfera per la forza delle soprapposte, è eguale alla metà della forza totale, e nell' istessa maniera può dimostrarsi, che la forza orizzontale colla quale è spinta la medesima sfera dalle sottoposte, è eguale alla metà della medesima forza totale; *sarà tutta la forza, colla quale è spinta una sfera orizzontalmente eguale alla forza totale.*

COROLLARIO V.

Ogni sfera dunque *circondata da dodici sfere sarà spinta perpendicolarmente, verticalmente, ed orizzontalmente con una forza che equivale al peso d' una sfera, o di se medesima.*

PROPOSIZIONE III.

Le forze colle quali sono spinte due sfere esistenti in diversi strati sottoposti al primo superiore, sono proporzionali al numero degli strati soprapposti.

Noi abbiamo dimostrato al corol. II. della prop. prima, che la sfera N è spinta in giù perpendicolarmente da ognuna delle sfere (*fig.* I.)

T, S, R, V, con una forza che è la quarta parte della forza totale, o libera d' una di esse; adunque la sfera N, così sarà spinta al basso, come se sopra di essa posasse a perpendicolo un' altra sfera, e così tutte l' altre; e perchè la sfera N è eguale di peso a quella che si figura posare sopra di essa; premerà dunque essa le sfere del terzo strato con forza duplicata di quella colla quale essa è premuta, e così tutte le altre; sarà dunque lo stesso, o che si considerino le sfere del terzo strato, come premute da quelle del secondo, e del primo; o pure come premute solo da quelle del secondo, e col supposto che le sfere del secondo siano di materia il doppio più grave, e così successivamente; e perchè la moltiplicazione della gravità si dee fare secondo la proporzione del numero degli strati soprapposti, o che è lo stesso della distanza dello strato inferiore dal primo, o sia dell' altezza, perciò le pressioni patite dalle sfere de' piani sottoposti staranno fra di loro in proporzione de' numeri de' medesimi, essendo le pressioni proporzionali alla gravità de' pesi prementi. Ma perchè le sfere che ne circondano un' altra, sono situate in tre strati, si dee dimostrare che le sfere del secondo e terzo strato non spingano la sfera di mezzo, che colla forza del primo. Sia la sfera Y (*fig.* 2.) situata in qualsisia degli strati inferiori (supponiamo nel 4.°) dovrà ella perciò intendersi come di peso quadruplicato; lo stesso si dovrà intendere di tutte le altre sfere dello strato, nel quale si trova Y; ma perchè alla spinta esercitata per l' orizzontale del centro di Y, non aggiunge, ne leva cosa alcuna la gravità della sfera Y; opererà solo il peso triplicato, cioè quello di tre sfere, o de' tre strati superiori. Dovrassi bene considerare la sfera N premuta dalle sfere de' quattro piani superiori, come quadruplicata di peso, e con tal forza a proporzione ella agirà nella direzione orizzontale NP; ma perchè la spinta che fa contro la sfera Y del piano superiore per la direzione NY, trova il peso particolare di Y eguale al peso particolare di N nella medesima direzione NY; perciò il peso proprio di Y detrarrà dalla forza di N il peso proprio di N, o di una sfera mossa per la direzione NY, e perciò la sfera N spingerà la Y contro quelle degli strati soprapposti con forza eguale a quella, con la quale le sfere superiori premono obbliquamente la sfera Y; essendosi adunque dimostrato che le pressioni superiori sono proporzionali al numero degli strati soprapposti alla sfera Y, nella medesima ragione saranno anche le pressioni verticali ed oblique all' insù; e conseguentemente le sfere poste in diversi strati patiranno per ogni verso le pressioni che saranno proporzionali al numero degli strati soprapposi. Il che ec.

COROLLARIO.

Perchè adunque ogni sfera è spinta in ogni parte omologamente con pressioni eguali, e queste sono proporzionali alle altezze degli strati; ne siegue che per trovare la forza colla quale una sfera è premuta, o spinta, non occorre considerare che la sola altezza, e perciò *qualunque sia l' ampiezza degli strati, abbenchè infinita, non si muteranno le pressioni sostenute da ciascheduna delle sfere.*

Fin quì abbiamo supposti gli strati come indefiniti in ampiezza, o più tosto come superficie sferiche descritte attorno il centro de' gravi, come quelle nelle quali non vi è bisogno di alcun resistente per impedire, come era d' uopo lo scostamento delle sfere degli strati sottoposti a cagione della pressione delle sfere superiori; ma da quì avanti supporremo gli strati circonscritti da' suoi termini.

PROPOSIZIONE IV.

Se sarà uno strato di sfere, all' estremo del quale non si trovi alcun resistente che possa impedire il moto orizzontale di esse, e se sarà soprapposta ad uno degli spazj una sfera, spingerà ella le altre, e scostandole, farassi luogo nel piano, o strato medesimo nel quale discenderà.

Sia lo strato di sfere contenuto dalle linee AD, AX, X&, &D, e sopra lo spazio R (*fig.* 1.) s' intenda esservi una sfera insistente: dico che questa discenderà e farassi luogo fra le sfere N, O, L, P. Posciachè, essendo dalla sfera R spinte immediatamente le sfere predette con una direzione orizzontale, e con una forza eguale alla linea RO; sarà spinta la sfera O, da R verso O: e perchè la sfera O spinge le due F, C, per le direzioni OC, OF, per queste medesime linee saranno spinte le sfere C, F, e per la medesima tutte le altre esistenti nelle linee OF, OC. Per la stessa ragione sarà spinta la sfera N, per RN, e le sfere B, E, per le linee NB, NE, ec. Lo stesso si dimostrerà delle sfere L, P, le quali saranno spinte per le linee RL, RP, e le loro contermine per le linee LY, PZ; e perchè queste sfere non hanno impedimento veruno, il quale ne meno può nascere dal piano inferiore che si suppone orizzontale; però le sfere N, L, P, O obbediranno alla pressione della sfera R, e si allontaneranno l' una dall' altra sin tanto che sia fatto luogo alla sfera R, nel piano predetto. Il che ec.

COROLLARIO I.

Egli è dunque impossibile che una sfera sia sostenuta sopra di quattro altre, ogni volta che le sottoposte abbiano potere di scorrere

per lo piano orizzontale, nel quale sono situate, e perciò *un mucchio di sfere affetterà sempre di avere la superficie disposta in uno strato, o sia piano orizzontale, o più propriamente in una superficie sferica, il cui centro sia quello de' gravi.*

COROLLARIO II.

Ma se *le sfere sottoposte saranno impedite mediatamente, o immediatamente dallo scorrere, potranno esse sostenere una o più sfere soprapposte, e gl' impedimenti sopporteranno dalle sfere contigue la pressione che loro è fatta da una o più sfere insistenti allo strato inferiore.*

COROLLARIO III.

E perchè le pressioni patite dalle sfere inferiori sono proporzionali all' altezze degli strati superiori; quindi è che *le spinte fatte dalle sfere contigue alle resistenze contro di queste, saranno proporzionali anch' esse alle altezze degli strati soprapposti*; ond' è che supposto che tali sfere disposte in più strati siano situate dentro di un vaso, saranno *le diverse pressioni fatte da dette sfere contro le sponde del vaso, come le altezze degli strati superiori.*

È però da avvertire, che dovendosi riempire un vaso di sfere, sarà quasi impossibile che esse siano per appunto tante, quante bastano a compire il numero degli strati, che quello può contenere; e perciò sopra gli strati compiti potrà stare qualche numero di esse situate quà e là sopra gl' interstizj dello strato superiore; ma queste trattandosi di sfere minime, e per così dire di punti fisici, non vanno considerate; non alterando in concreto alcuna delle proposizioni dimostrate. È anche da notarsi, che *una sfera sola soprapposta all' interstizio d' uno strato, non urta tutte le sfere di essa di moto orizzontale, ne gli urti ricevono egual pressione*; onde perchè si verifichi l'asserito in questo corollario, è necessario che ve ne siano tante, quante bastano a spingere tutte le sfere del piano sottoposto nella maniera detta alli coroll. III. e IV. della prima proposizione.

PROPOSIZIONE V.

Se in un vaso, le cui sponde siano obbliquе all' orizzonte, ed inclinate all' indentro, siano diversi strati di sfere che lo riempiano; tutte le sfere degli strati inferiori sopporteranno le medesime pressioni che patirebbero, se il vaso avesse le sponde perpendicolari all' orizzonte.

Per dimostrare questa proposizione, si dee avvertire quello che abbiamo detto di sopra al corollario della proposizione III. (*fig.* I.) cioè che per trovare la pressione che patisce una sfera non occorre far

capitale alcuno dell' ampiezza degli strati, ma solo del loro numero, o altezza; e perciò (qualunque sia la figura del vaso ACDEHILB, e quantunque piccola l' apertura della di lui bocca AB) saranno dalle sfere dello strato AB spinte al basso perpendicolarmente per NM le sfere che si troveranno in essa linea; e perchè mediante questa pressione, la sfera M è spinta orizzontalmente per la linea MO colla forza medesima, colla quale è spinta perpendicolarmente, come si è dedotto al corol. IV. della prop. II. spingerà ella le sfere esistenti nella linea MO, colla forza medesima, non potendosi perdere, nè accrescere la spinta fatta per l' orizzontale MO; adunque la sfera O sarà spinta mediante la pressione NM, come se sopra di essa fossero delle sfere situate nell' altezza PO; e perchè la sponda DE resiste all' alzamento della sfera O nella stessa maniera che farebbe l' altezza delle sfere PO; eserciterà la sfera O le medesime pressioni che avrebbe, se sopra di essa fossero le sfere P, O, e perciò potrà spingere all' ingiù, v. g. per OR, colla forza della pressione NM, ovvero PO, ma spingendo per OR colla forza predetta, la pressione anderà aumentandosi secondo il numero degli strati, cioè secondo l' altezza della perpendicolare OS; adunque la pressione fatta in R ed S, sarà eguale alla fatta dalle altezze NM, OS, o pure dall' altezza PS che è la medesima che l' altezza delle sfere nel vaso. Lo stesso si può dimostrare rispetto a tutte le altre sfere situate sul fondo orizzontale HI. Il che ec.

Si potrebbe dimostrare questa proposizione col progresso delle dimostrazioni superiori, mediante la comunicazione delle pressioni, valendosi della figura settima; ma perchè ciò sarà facile a chi avrà inteso le precedenti, e perchè la dimostrazione addotta non manca della sua forza, non ci traterremo più sopra di essa.

COROLLARIO I.

Supposto che nel vaso predetto sia tra le linee costituenti la sponda, *il lato* FE *orizzontale*, facilmente si dimostrerà nella stessa maniera, *ch' esso patirà le pressioni verticali in proporzione della perpendicolare* PT; posciachè essendosi dimostrato che la sfera T è premuta dalle altezze NM, OT in quel modo che sarebbe dall' altezza PT; spingerà ella orizzontalmente per TF, che si suppone nel secondo strato di sfere di sotto la linea EF; adunque quattro delle inferiori concorreranno a spingere all' insù contro il piano FE una delle superiori contigue al piano, e con tanta forza quanta può fare l' altezza PT; adunque tutte le sfere che toccheranno la sponda orizzontale FE la spingeranno all' insù a ragione di detta altezza; come si raccoglie dal corol. I. della prop. II.

COROLLARIO II.

E perciò *se saranno due vasi* AF, DG *comunicanti* insieme mediante la parte o tubo (*fig.* 4.) GF, l'uno e l'altro ripieni di quegli strati di sfere, di che sono capaci, *e se il numero, e l' altezza degli strati del vaso maggiore* AF *sarà eguale al numero, o all' altezza degli strati del vaso minore* DG, tanta sarà la pressione sostenuta dalle sfere esistenti nel tubo di comunicazione GF, dagli strati del vaso DG, quanta è quella, che ricevono dagli strati del vaso AF; e perciò tanto potranno resistere colla prima alla discesa delle sfere del vaso AF, quanto colla seconda alla discesa delle sfere del vaso DG, e conseguentemente *saranno le sfere del vaso* DG *in equilibrio colle sfere del vaso* AF.

COROLLARIO III.

Ma *se le altezze degli strati nell' uno e nell' altro caso fossero diseguali* (poniamo la maggiore nel vaso DG) allora la pressione che sopporterebbero le sfere poste in GF sarebbe maggiore da G verso F, che da F verso G; dunque *le sfere* GF *sarebbero spinte da* G *verso* F, *ed entrerebbero nel vaso* AF, spingendo all' insù gli strati esistenti in esso, e deprimendosi gli strati nell' altro vaso DG; e perchè all' accrescersi il numero degli strati s' accresce la forza della pressione, e diminuendosi gli strati, si diminuisce la pressione; anderebbe scemandosi la forza della pressione da G verso F, ed accrescendosi la resistenza da F verso G, sino a rendersi eguali; e perchè allora solo ciò succederebbe, quando il numero degli strati nell' uno, e nell' altro vaso si fosse reso eguale; quindi è che *tanto continuerebbero a passare le sfere da un vaso nell' altro, quanto stasse a farsi eguale il numero de' piani, o delle altezze, ed allora si fermerebbero in equilibrio.*

COROLLARIO IV.

Lo *stesso succederebbe se uno de' vasi comunicanti fosse inclinato all' orizzonte*, come NM; perchè essendosi dimostrato, che le sfere in C, M, sono così premute, come se avessero sopra di se l' altezza degli strati DC, DM; ne siegue che trovandosi egual numero di strati sì in NM che in DG, ed AF s' equilibreranno egualmente con quelle che sono in DG, o in AF.

COROLLARIO V.

Essendosi dunque dimostrato che le sfere che toccano il fondo orizzontale di un vaso irregolare lo premono ognuna in ragione dell' altezza

degli strati, qualunque sia la figura del vaso; ne siegue che *il fondo* predetto, v. g. HI (*fig.* 3.) *sarà così caricato, come se sopra di esso vi fossero tanti strati eguali, quanti ponno concorrere a formare l' altezza*, cioè come se il vaso avesse la figura di un prisma retto di eguale altezza a quella del vaso irregolare, e su la medesima base.

COROLLARIO VI.

Lo stesso succederebbe, *se il vaso avesse il fondo stretto, e nell' avanzarsi all' alto s' allargasse*, come ABCD (*fig.* 5.) posciachè tirata la linea CE verticale, tanto sarebbe premuta la sfera C, quanto portasse l' altezza EC, ed il simile si dica delle altre sfere sino a B; dunque il fondo BC sopporterebbe la pressione delle sfere che lo toccassero ognuna a misura delle altezze, e perciò *il fondo sosterebbe tanto peso, quanto può essere contenuto da un prisma, la cui base fosse il fondo* BC, *e l' altezza* BF.

Da tutte le proposizioni sin ora addotte, e da altre che potrebbero aggiungersi per dimostrare co' principj fisici, e colla scorta della meccanica tutte le proposizioni dell' idrostatica, può bene vedere ognuno che abbia qualche pratica della natura de' corpi fluidi, che tutto ciò che si è detto d' una delle sfere che compongono uno strato, s' adatta precisamente ad ogni punto fisico, o gocciola di un fluido; poichè d' ognuno d' essi è certo, e ricevuto come principio dagli idrostatici (1.) Che non pesano che secondo le altezze (2.) Che le loro impressioni ricevute dal peso delle parti superiori si esercitano per ogni verso, come in una sfera (3.) Che queste impressioni sono eguali in qualsisia direzione (4.) Che sono proporzionali alle altezze medesime (5) Che le superficie loro più alte si dispongono in un piano orizzontale, o in una superficie sferica circa il centro de' gravi (6.) Che ne' vasi comunicanti formasi l' equilibrio per la sola altezza del fluido, e perciò poca quantità di un fluido può equilibrarsi con qualsisia quantità d' un fluido omogeneo a se medesimo, purchè le altezze siano eguali (7.) Che il peso, col quale un fluido carica il fondo d' un vaso (di qualunque figura egli sia) è eguale a quello di un prisma retto di esso, di base eguale al fondo, e della medesima altezza ec. affezioni tutte che s' osservano ne' fluidi, e si sono dimostrate dover succedere ne' cumuli delle sfere. E perciò (se può dedursi alcuna cosa dalla coerenza d' una ipotesi col fatto) bisogna asserire che la constituzione de' corpi fluidi da noi supposta, o sia affatto conforme al vero, o ne abbia almeno tutta quella apparenza che può desiderarsi nelle cose della natura; onde crediamo di potere continuare senza scrupolo a valerci de' medesimi principj, per dimostrare una proposizione, che è il fondamento di quasi tutta la

scienza del moto delle acque, e della misura del corso delle medesime.

Noi abbiamo detto, annoverando poco di sopra le affezioni più principali de' fluidi quiescenti al numero 4. che le pressioni, o sostenute dalle parti di un fluido, o esercitate dal medesimo contro le sponde di un vaso resistente, sono fra loro in proporzione delle altezze di esse sopra le parti premute; la quale proposizione è stata riscontrata per vera ultimamente, anche mediante più esperimenti fatti dal Sig. Dottore Geminiano Rondelli Professore Matematico nell'accademia esperimentale, che fanno l'onore di adunare in mia casa alcuni de' più qualificati professori di questa celebre Università, delle fatiche de' quali spero che a suo tempo debba vederne il mondo letterato preziosi frutti in avanzamento della fisica, della medicina, e delle matematiche. Detta proposizione ha fatto credere a molti abilissimi matematici, che anco le velocità che hanno le acque nell'uscire da' fori, o dalle fistole aperte nelle sponde de' vasi dovessero avere la medesima proporzione delle altezze; asserzione che non è conforme all'esperienze fatte, e riferite dal Torricelli, dal Mersenno, dal Baliano, e da altri, e che io per accertarmene ho voluto replicare, nella maniera che ho distintamente riferita nel lib. II. *della misura dell'acque correnti*, dalle quali costantemente apparisce che dette velocità non sono come le altezze; ma bensì in proporzione dimidiata delle medesime.

Per far vedere dunque, che la prima proposizione non ha relazione colla seconda, si osservi che la causa per la quale i gravi premono un piano sottoposto, è bensì la loro gravità, e la stessa è cagione che i medesimi, levato che sia loro il sostegno, discendono verso il centro; ma d'altra maniera si dee discorrere de' conati, che il grave esercita contro le resistenze, e de' gradi di velocità, per li quali egli passa nel discendere. Egli è ben vero che un corpo di doppio peso tenta con doppia forza di superare le resistenze, e perciò premerà al doppio una tavola sottoposta, di modo che si può con verità asserire, che tali conati, sforzi, o pressioni sono in proporzione de' pesi; ma non perciò si deduce bene, che un corpo doppio di peso debba discendere con doppia velocità verso il centro de' gravi, essendo certissimo che prescindendo dalle resistenze, tutti i gravi discendono da altezza uguale in tempi uguali, come ha mostrato il Galileo *ne' dialoghi*. Quindi è che il diverso peso de' corpi non produce differenti velocità; e perciò il diverso peso del fluido può bene introdurre diversa pressione, ma non diversa velocità. Che se alcuno volesse porre in campo la differenza ch'è tra' corpi fluidi, e solidi; oltre ciò che abbiamo detto nelle nostre *Epistole Idrostatiche*, potrebbe convincersi coll'esperimento seguente, che meglio d'ogni altro s'applica alla presente materia: Sia il vaso ABCD, il quale abbia nel fondo il foro D, e serratolo col dito, si riempia il vaso di mercurio sino all'orizzontale AB

(*fig.* 6.) di poi aperto il foro D, si misuri mediante un pendolo, il tempo che spende il mercurio nell'uscire tutto dal vaso. Empiasi poi il medesimo vaso di acqua sino alla misura predetta, e parimente si lasci votare, osservando il tempo: e si troverà che nell'uno, e nell'altro caso, i tempi del votarsi saranno sensibilmente eguali; ed io posso asserire di propria sperienza, che in poco più di cento vibrazioni di un pendolo ben corto, col quale misurai l'uscita, prima del mercurio, indi dell'acqua; non trovai altra differenza, che d'una, o due vibrazioni, più nell'uscita dell'acqua, che del mercurio (1). Se dunque il maggior peso ne' fluidi prementi cagionasse, siccome maggior pressione, così maggiore velocità nel moto, sarebbe stato necessario che il mercurio, il quale è circa tredici volte e mezza più grave in specie dell'acqua, fosse uscito con velocità 13. volte in circa maggiore di quella dell'acqua; e pure è stata la medesima, rispetto tanto all'uno, che all'altra: ed in ciò non può ricorrersi agli sfregamenti che patisce il fluido nell'uscire dal foro D; perchè, oltre che questi sono i medesimi nell'uno, e nell'altro caso, non ponno essi detrarre tanto dalla velocità del mercurio. E perciò producendosi le medesime velocità, non ostante che i pesi, e per conseguenza le pressioni siano tanto differenti, egli è evidente, che i fluidi posti in moto, hanno le loro velocità regolate da altro principio, e che però di esse si dee in altra maniera discorrere, come apparirà dalla seguente dimostrazione.

PROPOSIZIONE VI.

(2) *Se un vaso sarà pieno di sfere, e nel fondo di esso sia un foro, per lo quale possano uscire con libertà alcune di esse sfere, e che il sito lasciato dalle sfere che escono, venga riempiuto da altrettante,*

---

(1) Quì è da notare, che volendosi sostenere, come molti lo sostengono che la velocità de' fluidi che escono da vasi dipendesse dalla pressione di quella colonna di fluido che sta sopra il foro, si potrebbe nulladimeno spiegare l'esperienza quì addotta, considerando, che a proporzione della pressione si debba variare non già la velocità, ma la quantità del moto del fluido che esce in un dato tempo; attesochè il moto appunto, e non già la sola velocità di esso è quell'effetto adeguato, che in questa sentenza si vuol riconoscere dalla pressione.

Onde sta bene che la velocità del mercurio sia stata trovata nell'esperimento la medesima che quella dell'acqua, perchè così una pressione 13 volte maggiore viene ad avere spinto fuori del vaso un peso 13 volte maggiore di quello dell'acqua, che nello stesso tempo era spinto fuori dalla pressione dell'acqua. Veggasi intorno a ciò quello che si dirà nell'annotazione quarta di questo capo.

(2) Quasi tutti gli autori che hanno scritto di questa materia, convengono che i fluidi i quali escono da fori aperti ne' fondi de' vasi, entro i quali si contengono, abbiano al loro uscire quel medesimo grado di velocità, che essi avrebbono

aggiunte nel tempo medesimo al di sopra, dimodochè il vaso resti sempre pieno; usciranno esse dopo qualche tempo, colla stessa velocità, come se fossero discese da tanta altezza, quanta è la distanza dello strato superiore dal foro.

---

acquistato, cadendo liberamente dalla quiete per uno spazio eguale all' altezza che ha la superficie del fluido sopra il piano del foro; e tale velocità comunemente si reputa la medesima, che acquisterebbe un corpo solido nel cadere dalla quiete da pari altezza.

Alcuni di loro si sono inoltre avvisati di darne qualche dimostrazione *a priori*, e questi sono proceduti per due strade diverse; imperocchè altri di essi (come quì il nostro autore, e il cavalier Newton nella prop. 36. del libro secondo de' principj della filosofia, secondo le ultime edizioni) vogliono che l' acqua, la quale esce dal foro, intanto abbia quel tal grado di velocità, in quanto sia realmente caduta dalla superficie sino al foro, e cadutavi con moto accelerato per li medesimi gradi, che converrebbero ad un grave solido, formando nel suo cadere per mezzo l' acqua del vaso una figura a imbuto, che il cavalier Newton chiama *cateratta*, e che già era stata indicata dal sig. Guglielmini nel lib. 4 prop. 6, e geometricamente determinata nel lib. 5 prop. 9 della misura delle acque correnti. In favore di tale ipotesi porta quì il nostro autore dopo il corollario 3 della presente proposizione l' osservazione del Mariotte, e d'altri che le prime gocce d' acqua che escono all' aprirsi del foro, abbiano velocità molto minore di quella con cui si veggono sgorgare poscia dopo alcun poco di tempo, e che poi sempre mantengono, purchè la superficie dell'acqua stia sempre nel vaso alla medesima altezza; come se ad imprimere all' acqua tutta quella velocità, che la natura le può imprimere fosse necessario che quella della superficie fosse attualmente scesa sino al piano del foro. Ma in contrario pare che faccia l'esperienza, la quale mostra che tingendo di rosso, o d' altro colore la superficie dell' acqua, mentre questa va uscendo dal foro, non si osserva la tintura comunicarsi, se non lentissimamente al getto dell' acqua, quasi che le parti di questa che stanno a piombo sopra il foro, o non si movessero punto, o assai meno di quello che richiederebbe la velocità, con cui si vede sgorgar l' acqua dal foro.

E quanto alla dimostrazione che quì si adduce, che le sferette dello strato superiore debbano finalmente scendere sino al foro, quando ciò si conceda, non però ne siegue, che debbano scendervi in quel tempo sì breve, e quasi istantaneo, in cui l' esperienza mostra cominciar l' acqua, dopo aperto il foro, ad uscire con tutta quella celerità che poi si serba; nè eziandio dee seguirne che le sfere scese dallo strato superiore fra tanti impedimenti delle altre sfere laterali, che fanno anch' esse forza per uscir fuori, acquistino cadendo tutta quella velocità che concepirebbero, se fossero liberamente cadute.

Altri dunque, e fra essi il sig. Giovanni Bernulli (negli atti degli eruditi del 1716) e il sig. Ermanno (nell' appendice alla Foronomia num. 10) stimando non doversi riconoscere la detta velocità come effetto di una attuale discesa, hanno pensato potersi spiegare per la sola pressione del fluido superiore al foro, riputando tal pressione atta a produrre appunto quel grado di velocità, che produrrebbe la discesa; o sia poi che alla pressione concorra il solo peso della colonna perpendicolare del fluido che ha il foro per base, o sia che vi concorra eziandio (come altri credono, e noi più sotto ci ingegneremo di dimostrare) la forza delle parti laterali che cospirono a metter in moto il fluido, e a spremerlo, per così dire,

Siano nel vaso ABCD (*fig.* 7.) situate le sfere G, H, I, M, X, N, ec. e s'intenda nel fondo BC, aperto il foro EF, il quale subito che sarà aperto, egli è certo che la sfera G trovandosi senza sostegno, discenderà perpendicolarmente verso il centro, come farebbe

---

fuori del vaso. Si può vedere intorno a ciò quello che è stato scritto, e disputato fra signori conte Riccati, Pietro Antonio Michelotti, Jacopo Jurin, Daniello Bernulli, ed altri celebri filosofi.

Altri finalmente diffidando di tutte le dimostrazioni fondate sopra qualsivoglia ipotesi fisica intorno alla maniera in cui opera la natura nel mettere in moto l'acqua che esce da' vasi, hanno atteso ad accertarsi della velocità di essa per via di esperienze. Una di quelle che si sogliono addurre è il risalire che fanno i getti dell'acqua fino all'altezza di quella che è nella conserva, onde esce il tubo, per cui si dirizza in alto il getto (salvo qualche piccol divario che si attribuisce alla resistenza dell'aria, e ad altri impedimenti) da che inferiscono avere il getto all'uscire dal foro per l'appunto quella velocità che l'acqua avrebbe acquistata cadendo da tanta altezza. Un altro argomento si suol ricavare dall'ampiezza delle parabole descritte dalle vene dell'acqua che escono da fiori aperti nelle sponde de' vasi (giacchè non si dubita, che anco in questi la velocità non sia la medesima, che in quelli del fondo, supposta eguale l'altezza dell'acqua del vaso sopra il foro, il quale si vuol supporre in tal caso di diametro assai piccolo, e insensibile rispettivamente all'altezza predetta) le quali ampiezze, secondo le osservazioni fattene dal cavalier Newton, dal sig. di Gravesande, e da altri si trovano tali, quali le richiede il moto accelerato dell'acqua, combinata con una velocità orizzontale, eguale a quella che l'acqua medesima avrebbe acquistata nel cadere dalla superficie sino al foro.

È tuttavia da avvertire, che simili sperienze, per quanto a me sembra, ben ponno mostrare la corrispondenza, e analogia che passa fra l'accelerazione dell'acqua, e quella de' corpi solidi, ma non ponno provare l'intento, se non si prende per supposto, che le parti dell'acqua nel cadere concepiscano que' tali gradi di velocità per l'appunto negli stessi tempi, ne' quali li concepiscono i solidi, il che sebbene è ragionevole a credere, non pare tuttavia affatto irragionevole il dubitarne, massimamente attesa la particolar maniera, con cui cadono i fluidi a differenza de' solidi, ritenendo questi sempre la loro figura, e quelli cangiandola con restrignersi, ed assottigliarsi, a misura che si rendono più veloci, se pure non si ricorresse coll'Autore alle sferette, o ad altre parti minime del fluido col supporle solide, che è una mera ipotesi fisica, da cui sola non è ben sicuro ricavare alcuna conseguenza. Allora solo si uscirebbe da una tal dubbietà quando gli esperimenti mostrassero essere eguali i tempi delle cadute dell'acqua nelle vene paraboliche, o quelli del risalire di essa ne' getti rivolti in alto, a quelli delle cadute de' solidi per uno spazio eguale, del che stimo impossibile l'accertarsi con esattezza, attesa la durata quasi istantanea di questi moti anco nelle maggiori altezze, nelle quali se ne possa far da noi qualche prova.

Un'altra sperienza si era comunemente giudicata la più certa per misurare la velocità dell'acqua nel suo uscire da' vasi, e quindi paragonarla con quelle de' corpi solidi, e consiste nel raccorre, e misurare la quantità che ne esce sotto una data altezza della sua superficie in un dato tempo per un foro di data misura. Imperocchè se intenderemo che l'acqua dopo di essere uscita dal foro non fosse stata spinta abbasso dalla propria gravità, ma avesse tuttavia seguitato a

se ella fosse cinque volte più grave del suo peso naturale, il che, come si è detto, non accresce le velocità; giunta dunque che sarà la sfera col suo centro G nel punto L, avrà la velocità corrispondente alla caduta GL; e perchè cadendo la G, manca il sostegno alle

---

scorrere orizzontalmente, ed equabilmente per tutto quel tempo, per cui si suppone essere stata raccolta, e però avesse in un tal movimento sempre serbato quel medesimo grado di velocità, che ebbe al primo uscire dal foro (il qual grado sempre è lo stesso per ogni goccia d' acqua che esca, attesa la permanenza dell' acqua nel vaso all' istessa altezza che si ottiene con andarvene perpetuamente aggiungendo altrettanta quanta ne esce) è manifesto, che tutta la mole d'acqua uscita dal vaso avrebbe formata una colonna, o prisma retto, la cui base sarebbe il foro, e la lunghezza mostrerebbe lo spazio corso dalla prima goccia nel detto tempo con quella velocità, con cui essa, e tutte le altre fossero uscite; onde per aver la misura della velocità, basta aver quella della detta lunghezza, e questa si avrà dividendo la mole dell' acqua raccolta per l' area del foro. Trovata poi tal lunghezza si saprà con una semplice regola di proporzione quanta parte di essa si scorrerebbe colla detta velocità nel solo tempo, in cui un corpo solido caderebbe dalla quiete per tanta altezza, quanta ve ne ha nel vaso dalla superficie dell' acqua fino al piano del foro (il qual tempo si calcolerà su gli esperimenti delle cadute de' gravi già fatti dall' Ugenio, e da altri) e quest' ultimo spazio si potrà vedere se sia eguale a quello che il corpo solido scorrerebbe equabilmente nel tempo calcolato colla velocità che avrebbe acquistata cadendo dalla quiete dalla detta altezza (il quale spazio per li teoremi del Galileo è sempre doppio dell' altezza della stessa caduta) e trovandosi tale, si potrà conchiudere essere la velocità dell' acqua eguale a quella del corpo solido.

Ora il fatto è, che essendo stata raccolta, e misurata la quantità d' acqua uscita da' vasi in diverse prove fattene da diversi celebri esperimentatori, e specialmente dal Mariotte, e dal nostro autore (il quale rapporta nell' altra sua opera della misura delle acque correnti lib. 2 prop. 1, e sul fondamento di esse calcola una tavola degli spazj che l'acqua descriverebbe nel tempo d' un minuto, con quelle velocità che essa ha uscendo da' vasi sotto varie altezze da un' oncia fino a 30 piedi) quando sopra tali misure si facevano i calcoli delle velocità dell' acqua col metodo finora esposto, queste risultavano sempre assai minori (cioè del doppio in circa) di quelle de' corpi solidi, come si può scorgere dagli esempj che ne dà il P. Abate Grandi nel suo trattato del movimento delle acque allo scolio della prop. 10 del lib. 2; onde pareva che l' esperienza chiaramente decidesse contro il teorema proposto. I medesimi calcoli si ponno ora facilitare coll' ingegnosa regola data dal chiarissimo sig. Pitot, e dimostrata dal sig. Fontenelle nel tomo del 1730 dell' istoria dell' Accademia Reale delle scienze; cioè che moltiplicando sempre per 56 il numero de' piedi di Parigi, che si contengono nell' altezza della superficie dell' acqua del vaso sopra il piano del foro, e dal prodotto estraendo la radice quadrata, si avrà il numero de' piedi pur di Parigi, che l' acqua dovrebbe scorrere in una seconda di tempo con quel grado di velocità con cui esce dal foro, se la detta velocità fosse la stessa, che quella de' corpi solidi caduti da eguale altezza.

Ma essendo poi state di bel nuovo replicate da altri simili esperienze, si sono notate nel farle alcune particolarità non avvertite nè dal Mariotte, nè dal Guglielmini, le quali hanno dato luogo in parte a diffidare di questo metodo, e in

sfere H, I, una di esse discenderà nel luogo di G, o pure vi sarà spinta la sfera M, mediante la pressione di N che le è soprapposta, nel qual caso succederà lo stesso che della sfera G; ma finalmente bisognerà che levato il sostegno a qualche sfera dello strato immediatamente superiore, discenda anch'essa verso EF; e perciò arrivata

---

parte a correggerlo. Osservò il cavalier Newton (nella detta prop. 36 lib. 2) nelle vene, o zampilli dell'acqua che esce per li fori de' vasi un notabile restrignimento, che si palesa a pochissima distanza dal foro, o sia questo nel fondo, o nella sponda del vaso. La proporzione del diametro del foro a quello della vena ristretta era come di 25 a 21, essendo il foro in una lastra sottile apposta alla sponda. Attribuisce egli tale ristrignimento alla forza delle parti laterali dell'acqua che è intorno al foro, le quali concorrendo da ogni lato, e affollandosi per uscire da esso vi si insinuano obbliquamente, e poscia a qualche distanza riunendo le loro direzioni cospirano con quella del getto, che sgorga perpendicolarmente al piano del foro. Il sig. marchese Poleni si accertò anch'egli con altre sperienze del detto ristrignimento, ed osservò di più la proporzione accennata de' diametri esser maggiore a misura che i fori sono più piccoli; anzi esservi notabile varietà secondo le diverse figure colle quali è scavato il foro entro la grossezza della lastra, quantunque sottile, in cui egli è aperto, e tal contrazione appena rendersi manifesta ove in vece d'una semplice lastra forata si addatti alla sponda del vaso un tubo cilindrico, o pure un cono troncato situato orrizzontalmente, e che nella parte più stretta abbia il diametro eguale a quello del foro della lastra; cangiandosi tuttavia anche quì le proporzioni secondo le diverse lunghezze del tubo, siccome si cangiano eziandio le quantità d'acqua uscite in un tempo eguale, e sono assai più grandi adoperando de' tubi, che de' semplici fori. Veggasi il racconto di queste, e di molte altre bellissime, e affatto nuove sperienze nella sua opera *de Castellis* ec. dove riferisce eziandio altre particolarità da lui osservate, che tralascio.

Atteso il detto ristrignimento stimò il cavalier Newton doversi nel calcolo delle velocità dell'acqua uscita da' fori aver riguardo non già al diametro del foro, ma a quello della vena ristretta, e così facendo trovava ne' suoi esperimenti le velocità dell'acqua rispondere a quelle de' corpi solidi. Lo stesso conchiuse a un dipresso il sig. Poleni dopo molti calcoli, confessando tuttavia rimaner sempre quella dell'acqua un poco minore, come si può vedere nella sua lettera al chiarissimo sig. Marinoni matematico Cesareo, ove porta nuove sperienze e considerazioni sopra tal materia, onde se così è la proposizione di cui trattiamo, si può dire stabilita per esperienza, almeno a un dipresso. Quindi si inferisce che le velocità assolute dell'acqua registrate nella mentovata tavola del nostro autore, ed espresse per gli spazj scorsi in un minuto, sono tutte minori del giusto, per non essersi da lui tenuto conto nelle sue esperienze fondamentali della contrazione del getto dell'acqua.

Nella medesima lettera il sig. Poleni move dubbio se le fila d'acqua che costituiscono un getto, siano in ogni caso sempre egualmente dense, e ristrette una coll'altra, mentre anco in que' casi ne' quali non è sensibile il restrignimento del getto, come quando si cava l'acqua per mezzo di tubi, ha osservato raccogliersi in tempo eguale ora più, ora meno d'acqua secondo la diversa lunghezza del tubo che era sempre del medesimo diametro, essendo costante l'altezza dell'acqua nel vaso; anzi era anco manifestamente eguale la velocità de' getti,

che sia col suo centro in L, avrà la velocità competente alla caduta HO, e nell'istesso tempo si moverà verso EF qualche sfera del piano più alto PQ, discendendo, o per la perpendicolare RL, o per le inclinate QG, PG; e nell'uno, e nell'altro caso, arrivate ad L, avranno la velocità competente alla caduta RL; e così delle altre sino alla sfera S superiore, nel qual caso la velocità nell'arrivare ad EF, sarà quella della caduta SL; dunque la velocità colla quale le sfere dopo qualche tempo usciranno dal foro EL, sarà quella che avrebbero, se dallo strato superiore fossero cadute sino al luogo del foro. Che se s'intenderà che in luogo di quelle che vanno uscendo dal foro EF, ne siano successivamente somministrate delle altre, dimodochè si mantenga sempre lo strato superiore nell'orizzontale VS, continueranno le sfere ad uscire colla velocità dovuta ad una caduta che sia eguale all'altezza di esse sfere. Il che ec.

Si può questa verità dimostrare in altra maniera. Poichè, diasi che nel primo tempo escano dal foro EF quante sfere si vogliano; sarà dunque necessario che dal piano superiore VS, ne discendano altrettante ad occupare il luogo, lasciato pure da quelle del secondo

---

poichè questi si vedevano descriver tutti la stessa parabola. Merita nel vero questo esperimento di essere attentamente considerato, mentre par che vada a ferire direttamente il metodo di argomentare la velocità dell'acqua dalla lunghezza delle colonne che hanno per base il foro (o se si vuole la sezione della vena ristretta) e che sono eguali alle moli d'acqua raccolte nell'esperimento.

Stimerei tuttavia, che siccome le sue sperienze, e tutte le altre fin quì riferite furono fatte con tubi, o fori di assai piccol diametro, ne' quali la somma degli effetti irregolari che ponno dipendere da predetti moti obbliqui, da soffregamenti, dalle reflessioni nelle sponde o negli orli, dall'adesione delle parti dell'acqua, dal mescolamento dell'aria, dalla resistenza di questa a' getti, e forse da altre cagioni, può avere proporzione assai notabile alla forza dell'acqua, così ove gli esperimenti si facessero con aperture maggiori, tali effetti si rendessero assai meno sensibili, e svanisse ogni scrupolo intorno a questo metodo di misurare la velocità dell'acqua; anzi dovrebbe anco in tal caso rendersi meno notabile la contrazione del getto, onde verisimilmente valendosi allora del detto metodo, si troverebbe la velocità o la medesima, o poco diversa da quella de' solidi.

Egli è ben vero che quando il tubo, o il foro con cui si facesse l'esperimento fosse d'una gran luce, converrebbe che eziandio il vaso fosse assai ampio, e tale che l'area del foro non avesse proporzione gran fatto sensibile alla superficie dell'acqua, altrimente, oltre che sarebbe difficile mantener nel vaso l'altezza di quella sempre permanente, stima il sig. Newon che la velocità dell'acqua dovesse trovarsi eguale a quella d'un solido caduto non già dall'altezza della superficie sopra il foro, ma da altezza maggiore, che egli insegna di determinare nel corollario 1. della detta proposizione 36. del 2.° libro de' principj della filosofia delle ultime edizioni. Anco il sig. Mariotte nel discorso 3.° della parte 3.ª del suo trattato del moto delle acque mostra con ragioni, e sperienze dovere in tal caso restare alterata la velocità.

piano per sottentrare nel terzo, e così successivamente; adunque nel primo tempo la velocità sarà la dovuta alla caduta da un piano in un altro. Nel secondo tempo dunque, o discenderanno le medesime dal secondo verso il terzo piano, o no: se discenderanno, dunque nel secondo tempo anderanno accelerando il loro moto in ragione della caduta; se non discenderanno, percuoteranno le sfere sottoposte del secondo piano, comunicando loro quel grado di velocità, o quella quantità di moto che hanno acquistata per la caduta dal primo, e questo grado di velocità, o quantità di moto, si comunicherà rivoltandosi orizzontalmente, sino a toccare quella sfera del secondo piano che dovrà discendere verso il terzo; adunque questa riceverà tanto di velocità, quanta è l'acquistata per la caduta dal primo piano; sarà dunque lo stesso, come se ella fosse realmente caduta dal primo piano; continuerà dunque nell'istesso modo la discesa accelerando il moto comunicato. Così successivamente discorrendo si proverà, che nel tempo che una sfera sarà caduta dall'alto del vaso, sino al luogo del foro, le sfere che sottentreranno in esso (o siano realmente cadute dal piano superiore senza ostacolo, o pure siano levate dagli strati inferiori, e spinte verso il foro) nel giungervi saranno affette di una velocità, ch'è dovuta alla caduta dal piano superiore. Usciranno dunque col medesimo grado di velocità, e mantenendosi l'altezza, continuerassi la medesima velocità. Il che ec.

COROLLARIO I.

Da questa dimostrazione apparisce, che *nel principio dell'uscita, le sfere non escono con tanta velocità, quanto dopo, e che questa va successivamente accrescendosi sino ad arrivare a quel grado, che è proprio della caduta dall'altezza sopra il foro:* e finalmente che *il tempo di questo acceleramento, è tanto, quanto si richiede alla caduta dallo strato superiore sino al foro, che in poca altezza è insensibile.*

COROLLARIO II.

E perchè le velocità acquistate per la caduta sono fra loro in proporzione dimidiata delle altezze; ne siegue, che (1) *le velocità colle*

(1) Se la verità del presente corollario necessariamente dipendesse da quella della proposizione, onde egli è dedotto sarebbe soggetta a tutte quelle dubbietà che nella nota precedente si sono accennate, ne meriterebbe di esser presa come dagli scrittori comunemente si prende per primo principio della dottrina del moto delle acque. Ma tante sono le sperienze che la comprovano, che pare non poter rimanere intorno ad essa alcuno scrupolo, ne vi ha forse verità fisica sì costantemente stabilita per le osservazioni come questa: cioè che le velocità di un

quali le sfere escono da fori sottoposti allo strato superiore, sono tra

medesimo fluido all' uscire da un medesimo foro aperto in un vaso stiano fra loro in ragione dimezzata delle altezze del fluido sopra il foro, checchè sia poi se le dette velocità siano precisamente quelle de' corpi solidi caduti da pari altezza, di che si è ragionato nella nota precedente.

Solamente conviene avvertire che, dopo le osservazioni poc' anzi addotte del ristrignimento delle vene dell' acqua che sgorgano da' fori, e delle diverse quantità che ne escono per li tubi, da quelle che si cavano per le semplici aperture di egual diametro, le sperienze non si ponno riputar decisive, se non si paragonano fra loro quelle sole che sempre sono state fatte in un medesimo modo, cioè sempre per uno stesso tubo, o per uno stesso foro, senza fare alcun cangiamento nè alla lunghezza del tubo, nè alla figura degli orli, o sia del tubo, o sia del foro, ma col cangiar solamente l' altezza dell' acqua nel vaso. Quando dunque si confrontino insieme le osservazioni fatte in tali circostanze, perpetuamente si troveranno le quantità dell' acqua raccolte in tempi eguali in ragione dimidiata delle altezze, e per conseguente anco le velocità saranno nella stessa proporzione, giacchè non sembra che quì possa aver luogo lo scrupolo, che le velocità non siano proporzionali alle quantità predette, a cagione delle fila d' acqua ne' getti più o meno dense, o delle direzioni più o meno obblique, o d' altro che sia, mentre tali irregolarità debbono essere le medesime nell' uno e nell' altro degli esperimenti che si confrontano insieme, parendo che la sola mutazione dell' altezza dell' acqua nel vaso non possa indurre in ciò diversità alcuna. Tal verità si farà palese a chiunque ridurrà a calcolo non pure le sperienze del Mariotte, o quelle del nostro autore (ciascuno de' quali si valeva d' una semplice lastra forata, e sempre della medesima) ma eziandio quelle del Sig. Poleni riferite nel detto libro *de Castellis* ec. le quali furono fatte ora con fori, ora con tubi di più figure, e con diversi cangiamenti negli uni, e negli altri, e scorgerà con piacere (non ostante la diversità delle quantità assolute dell' acqua uscite in queste diverse maniere sotto pari altezza) la mirabil costanza della natura nel serbare la detta proporzione, o sia che l' esperienza sia stata fatta cavando l' acqua dal fondo, o dalla sponda del vaso, o sia ancora che si confrontino le prove fatte nel fondo colle fatte nella sponda, purchè in tal caso sia stato adoperato un semplice foro, il quale sempre si vuole intendere di diametro assai piccolo, in modo che l' altezza dell' acqua, o si misuri dalla parte superiore, o dall' inferiore del foro si possa riputare sensibilmente la medesima.

La stessa proporzione dimidiata delle altezze si potrebbe confermare anco per le osservazioni delle salite de' getti d' acqua nelle fontane artificiali, o per quella dell' ampiezza delle parabole descritte dagli stessi getti, quando sieno orizzontali, o pure obbliqui, ma stimo soverchio trattenermi di più sopra questo particolare.

Oltre l' esperienza hanno eziandio gli scrittori cercato di confermare questo teorema con dimostrazioni. Quelli che suppongono dipendere la velocità dell' acqua dall' attuale discesa da lei fatta dalla superficie sino al foro, agevolmente lo dimostrano applicando all' acqua l' ipotesi del Galileo comunemente ammessa, che le velocità de' corpi cadenti sieno in ragione dimezzata delle altezze delle cadute dalla quiete. Gli altri che stimano dipendere la detta velocità dalla sola pressione, sono andati per altra strada. Fra questi il sig. Varignon una prova ne addusse nelle memorie dell' Accademia Reale delle scienze del 1703, che è stata seguitata anco dal sig. Ermanno nella Foronomia, e da altri, e che si riduce al seguente ragionamento.

loro in proporzione dimidiata delle altezze, come s'osserva appunto ne' getti d'acqua.

Considera egli il moto di quella quantità d'acqua che in un medesimo tempo esce dal foro F (*fig.* 60.) ora sotto un'altezza d'acqua FA, ora sotto un'altra FB, come effetto adeguato istantaneo delle pressioni delle colonne perpendicolari d'acqua che hanno il foro per base. Dovendo dunque gli effetti essere proporzionali alle cagioni, sarà come la pressione della colonna FA alla pressione della colonna FB, così il moto dell'acqua che esce in un tempo minimo sotto l'altezza FA, al moto di quella che esce in tempo eguale sotto l'altezza FB.

Ora i detti moti altro non sono che i prodotti delle quantità d'acqua che escono, e delle velocità colle quali escono, e però sono fra loro in ragione composta delle dette quantità, e velocità, le quali due ragioni non sono che una stessa ragione, mentre la quantità d'acqua che esce per un medesimo foro in un medesimo tempo è maggiore o minore per l'appunto a proporzione della velocità con cui esce; e però la detta ragione de' moti non è altra che quella de' quadrati delle velocità. Sta dunque il moto dell'acqua che esce sotto l'altezza FA al moto di quella che esce sotto l'altezza FB, come il quadrato della velocità con cui esce sotto FA, al quadrato di quella con cui esce sotto FB, e per conseguente anco le pressioni delle colonne d'acqua che cagionano questi moti sono come i quadrati delle dette velocità. Ma le pressioni sono come le altezze delle colonne prementi (trattandosi di colonne dell'istessa base, e di materia omogenea) dunque il quadrato della velocità con cui esce l'acqua sotto l'altezza FA, sta al quadrato della velocità con cui esce sotto l'altezza FB, come FA ad FB, o quello che è lo stesso, la velocità sotto FA sta alla velocità sotto FB in ragione dimezzata di FA ad FB, il che era da dimostrare.

Un tale ragionamento, come è manifesto, sussisterebbe ancora quando le forze che producono il moto dell'acqua che esce dal foro non fossero le pressioni delle colonne FA, FB purchè fossero proporzionali ad esse, come se a cagione d'esempio fossero doppie del peso delle dette colonne. Ora che appunto sieno doppie lo pretese il sig. Jurin nella disertazione riferita al numero 373 delle transazioni filosofiche della Società Regia, e lo aveva anche prima determinato il cavalier Newton nell'altra ipotesi, che le velocità dipendessero dall'attuale discesa; sopra di che essendo poi stati d'altro avviso altri celebri matematici, giova trattenersi alquanto intorno a ciò, potendo una tal ricerca dar qualche lume per meglio intendere come operi la natura nello spigner fuori le acque dalle aperture de' vasi.

Parmi dunque, che se la velocità dell'acqua all'uscire da un foro dipende dalla pressione, e se tal velocità è veramente eguale a quella d'un corpo solido disceso liberamente dalla quiete per uno spazio eguale all'altezza dell'acqua sopra il foro, la forza che si impiega nell'espellere l'acqua dal foro predetto non sia già eguale, ma doppia del peso della colonna d'acqua che sta sopra il foro. Per dimostrarlo si consideri che in un solido il quale cominci a discendere tutto l'effetto istantaneo di quella forza che s'impiega nel moverlo consiste in quella quantità di moto infinitamente piccola, che risulta dalla quantità finita della materia del solido moltiplicata nel grado di velocità infinitamente piccola impressogli in quell'istante dalla detta forza; laddove nel fluido che comincia ad uscire da un vaso tutto l'effetto istantaneo di quella forza che si adopera nel moverlo è quella quantità di moto infinitamente piccola, che nasce dalla quantità infinitamente piccola del fluido che si espelle moltiplicata per quel grado finito di velocità

COROLLARIO III.

Essendo, che le velocità acquistate per la caduta, se, dopo di

---

che la detta forza gli imprime. Dovendo dunque gli effetti istantanei adeguati essere proporzionali alle loro cagioni (quando gl' istanti si prendano di durata eguale) la proporzione del detto moto istantaneo del solido al moto istantaneo del fluido ci mostrerà la proporzione delle forze che li producono. Ora la detta proporzione de' moti istantanei è quella delle somme de' medesimi moti risultanti dopo un tempo qualunque eguale finito, imperocchè ciascuna delle dette forze restando sempre la medesima produce in ogni istante una quantità di moto eguale a quella che produsse nel primo istante, e però in tempo eguale si producono somme di moto proporzionali a que' primi moti istantanei.

Prendendo dunque un tempo eguale finito, e per maggiore facilità scegliendo quello in cui un corpo liberamente cadendo dalla quiete descrive tanto spazio quanta è l' altezza dell' acqua del vaso sopra il piano del foro, è manifesto che la somma de' moti istantanei del solido che noi cerchiamo per tutto questo tempo, non è che il prodotto della quantità della materia del solido per la somma di tutte le velocità momentanee da esso acquistate, cioè per la velocità totale che il solido ha acquistata nel fine del detto tempo, e che parimente la somma che noi cerchiamo de' moti istantanei del fluido per tutto il medesimo tempo, non è che il prodotto della quantità della materia fluida uscita dal vaso nel detto tempo per quel grado di velocità costante con cui è uscita. Ma questa si suppone eguale alla detta velocità acquistata dal solido; dunque la forza che s' impiega nel mover il solido starà alla forza che s' adopera nell' espellere il fluido, come la quantità della materia del solido alla quantità della materia del fluido, che è uscita nel tempo predetto, cioè (per le cose accennate al §. *Un' altra esperienza* dell' annotazione precedente) al doppio della colonna del fluido che sta a piombo sopra il foro, o sia come il peso del solido al peso del doppio della colonna del fluido. Ma la forza che s' impiega nel mover il solido è certamente eguale al peso, anzi è lo stesso peso del solido, dunque la forza che si esercita nell' espellere il fluido è eguale al peso del doppio della colonna del fluido, il che ec.

Non dee fare difficoltà che nel raccoglier la somma de' moti istantanei non abbiamo messo in conto quel di più di moto, che di mano in mano ha il solido in virtù delle velocità antecedentemente acquistate, nè parimente quello che ha il fluido già uscito dal vaso in virtù parte della velocità con cui uscì, e parte di quella che gli va imprimendo la sua gravità propria nel cadere per aria, perocchè questi non sono effetti istantanei di quella forza che spigne il solido, o il fluido, ma sono una continuazione dell' effetto delle velocità già impresse, e continuerebbero tuttavia, quand' anco s' intendesse distrutta quella forza movente, di cui sola consideriamo l' effetto a ciascuno istante.

Da questo discorso si può dedurre, che il semplice peso della colonna del fluido che sta perpendicolarmente sopra il foro, da se solo non basterebbe che per metà a cacciar fuori l' acqua con quella velocità con cui esce dal vaso (se questa è eguale a quella d' un solido caduto da pari altezza) ne per trovare il rimanente della forza a ciò necessaria ad altro si saprebbe ricorrere che all' altr' acqua laterale che è d' intorno alla detta colonna, e che spignendo secondo la comune proprietà de' fluidi, per ogni verso venga come ad ischiacciare, e ad assottigliare quell' ultima falda, o gocciola d' acqua che si presenta al foro (la quale sola può cedere a tal pressione per avere l' esito aperto per lo stesso foro) e con ciò fuori

questa, si rivoltino per qualsisia altra linea, non perdono, nel punto del rivolgersi, il loro grado, ne siegue, che (1) *se i fori saranno orizzontali, o verticali, o inclinati come si voglia, le velocità dell' acqua che esce per essi, saranno tra loro pure in proporzione dimidiata delle altezze.*

---

la sprema, succedendo essa a riemper d' intorno intorno ciò che quella ha lasciato di vuoto presso gli orli del foro, onde poi nasca la contrazione del getto. E però si dee conchiudere che la forza di tutta l' acqua laterale nel produrre questo effetto sia altrettanta, quanta è quella della colonna perpendicolare, con cui in fatti essa sta in equilibrio; se pure non si dee dire piuttosto, che tutto l' effetto dipenda dalla detta acqua laterale, e che la colonna verticale altro non faccia che andare somministrando al foro nuove falde di se stessa, di mano in mano che la forza obbliqua le va spremendo, e cacciando fuori del vaso.

Quindi è, che se nel vaso altr' acqua non fosse che quella che sta a perpendicolo sopra il foro, come se il vaso fosse un tubo cilindrico pieno d' acqua, a cui tutto ad un tratto si levasse il fondo, non concepirebbe già l' acqua nel primo istante quel grado di velocità, che converrebbe alla sua altezza, ma comincerebbe ad uscire con quella velocità minima, con cui i gravi cominciano a cadere, e si andrebbe accelerando per que' medesimi gradi, che questi si accelerano, ne solo le parti prossime al foro, ma eziandio tutte le altre superiori avrebbero in ciascuno istante la medesima velocità, ne più ne meno, che se il cilindro d' acqua fosse solido, e solamente giugnerebbe l' acqua a quel grado di velocità, che acquistono i solidi cadendo dalla detta altezza, quando dal tubo fosse uscita una quantità d' acqua eguale ad una sua intera tenuta; onde è, che per mantenere la superficie d' un tal vaso ad un' altezza permanente, converrebbe nel versarvi l' acqua dalla parte di sopra andar secondando quelle diverse velocità, colle quali essa uscirebbe per l' orificio inferiore.

Non lascerò per ultimo di avvertire, che molto lume si potrebbe a mio credere ricavare in questa materia facendo le sperienze delle velocità in un vaso, in cui fossero due fluidi di peso notabilmente diverso (a cagione d' esempio argento vivo con sopravi acqua) e variando in più maniere le altezze dell' uno, e dell' altro fluido; e ciò specialmente potrebbe servire ad accertarsi, se le velocità rispondano veramente alle pressioni, o alle discese, non dovendo allora esser queste nella ragione di quelle, come lo sono in un fluido omogeneo; ma il vaso vorrebbe essere assai ampio, affinchè in un tempo bastantemente lungo per assicurarsi delle velocità, non si abbassassero sensibilmente le superficie nè dell' uno, nè dell' altro fluido, con sospetto che le velocità stesse andassero frattanto cangiando, e vi bisognerebbero sponde e fondo di gran robustezza. Si potrebbe eziandio tentare con acqua ed olio, dando all' uno ed all' altro di questi fluidi una differenza ben grande d' altezza nel vaso, il quale si richiederebbe allora assai alto.

(1) Della verità di questo corollario, che è fondamentale nella presente materia, si è data nell' annotazione 4.ª bastante riprova per mezzo dell' esperienze fatte nelle sponde de' vasi; ma siccome ne' fori verticali, o inclinati le altezze dell' acqua sono diverse, prendendone la misura da diversi punti della luce del foro inegualmente lontani dalla superficie, così è necessario avvertire, che quando il diametro del foro non fosse così piccolo da poterlo riputare come insensibile, allora si suppone comunemente dagli scrittori, e con essi dal nostro autore, che eziandio le velocità ne' detti punti siano varie, e sempre stiano fra loro in

Il signor Mariotte, il quale con una somma diligenza ha fatte, circa li movimenti dell'acque, una gran quantità di esperienze, trova, che in materia di questi getti, le prime goccie che escono da' fori, hanno una velocità molto minore di quella che s'acquista dopo qualche poco di tempo, il che è conforme a ciò, che nelle sfere abbiamo poco di sopra dimostrato. Ed in fatti egli è evidente, che

---

ragione dimezzata delle dette altezze, essendo solamente eguali fra loro le velocità di que' punti della luce del foro che sono situati ad uno stesso livello; e ciò ha luogo qualunque sia la figura del foro, e l'inclinazione del piano del medesimo.

Io non so veramente, che questa osservazione sia mai stata comprovata con alcuna sperienza, la quale non sarebbe difficile a farsi, raccogliendo secondo il solito l'acqua che uscisse sotto un'altezza permanente in un certo tempo tenendo il foro del tutto aperto, e paragonandola colla somma di quelle che uscirebbero in tempo eguale da tutte le diverse parti della medesima luce, le quali si andassero aprendo ora nella sommità, ora nel mezzo, ora nel fondo della medesima; per toglier con ciò ogni scrupolo che potesse nascere se quell'acqua, che sgorga a cagion d'esempio dalla parte superiore alteri per avventura la velocità di quell'altra, che nel tempo stesso esce dall'inferiore; ne mi pare irragionevole un tal dubbio nella oscurità in cui siamo del modo, in cui opera la natura nel metter in moto il fluido. Anzi ne pur so se mai sia stato provato se facendo correre ad un medesimo tempo l'acqua per due fori situati a diverse profondità sotto la superficie, e fra loro separati, ne siegua punto d'alterazione nelle velocità. Simili prove metterebbero in sicuro un tal fatto, che dal nostro autore, anzi da tutti gli altri si presuppone come certo, e che serve di fondamento a una gran parte de' teoremi che riguardano il corso de' fiumi, e solo si vorrebbe aver riguardo all'effetto de' soffregamenti dell'acqua cogli orli delle aperture, per le quali si facesse uscire; ma tal effetto non dovrebbe essere molto notabile, quando si trattasse d'una luce assai grande, non potendo allora l'acqua trattenuta dal soffregamento avere gran proporzione a tutta l'acqua, che uscirebbe per una tal luce.

Supposta intanto la verità di tale affezione, cioè che ne' fori delle sponde de' vasi ciascuna parte dell'acqua abbia al suo uscire la velocità in ragione dimidiata dell'altezza perpendicolare delle superficie di quella che stagna nel vaso sopra quel punto onde ella esce, è manifesto, che la massima velocità converrà a quelle parti che usciranno dal fondo di tale apertura (la quale a maggior facilità si supporrà di figura rettangola) e la minima a quelle che sgorgheranno dalla sommità di essa, onde nel sito di mezzo dee darsi un punto (o piuttoso una linea orizzontale) a cui convenga una velocità mezzana fra tutte quelle che competono alle diverse parti di tutta l'apertura, dimanierachè se tutta l'acqua che per essa si scarica uscisse colla detta velocità mezzana, tanta appunto ne uscirebbe, quanta è quella che esce colle dette velocità diverse, e questa si chiama *velocità media* di quella apertura, o luce, e il punto a cui s'intende competere tale velocità, chiamasi *centro della velocità*. Il nostro autore nel suo trattato della misura delle acque correnti, e il P. abate Grandi nel suo del movimento delle acque hanno insegnato il modo di determinare geometricamente il sito del punto predetto, il quale è diverso secondo le varie altezze dell'acqua, nè mai cade precisamente nel mezzo dell'altezza della luce, ma più vicino alle sommità di essa, che al fondo. Da ciò siegue, che se nella sponda verticale d'un vaso sarà una

se dal vaso ABCD pieno di acqua, s'intenderà levato tutto ad un tratto il fondo BC, l'acqua immediatamente superiore ad esso, comincierà a discendere al basso, e nello stesso tempo sarà seguitata da quella che è nella superficie; ma questa velocità nel primo tempo sarà molto minore, che in quello, nel quale la parte superiore dell'acqua sarà discesa alla linea orizzontale, che prima era occupata dal fondo del vaso.

---

luce, da cui si faccia uscir l'acqua sotto diverse altezze permanenti della superficie di quella che stagna nel vaso, le velocità medie saranno in ragione dimezzata delle altezze della detta superficie sopra il centro di velocità di quella luce, e nella medesima ragione saranno eziandio le quantità d'acqua che ne usciranno in tempi eguali.

Sono stati alcuni che hanno messo in dubbio, se queste regole intorno alle velocità abbiano luogo anche nel caso che la sommità della apertura fosse precisamente all'altezza della superficie dell'acqua, che si contiene nel vaso (nel qual supposto è chiaro, che la velocità della parte suprema che si presenta all'apertura, cioè quella della superficie dell'acqua del vaso dee esser nulla) e però hanno preteso non potersi le regole fin ora addotte applicare alle luci, o sezioni, onde i fiumi escono dalle loro vasche, mentre per lo più tali emissarj sono aperti superiormente a tutta altezza, o anco sopra l'altezza della superficie dell'acqua che è nella vasca. Non si saprebbe tuttavia immaginare sopra di che fosse appoggiato un tal dubbio, anzi ciò pare contrario all'uniformità delle leggi della natura. Mentre se intenderemo, che una luce di costante grandezza si vada di mano in mano alzando, e accostando alla superficie dell'acqua del vaso, le velocità medie di essa serberanno sempre un certo ordine, che si potrà esprimere colle applicate di una curva tirate sempre per la sommità della luce, e che abbiano per ascisse le distanze di essa dalla detta superficie, onde strano sarebbe, che in quell'ultimo punto in cui la sommità predetta arriva ad uguagliarsi alla superficie si cangiasse regola, e che l'applicata, la quale passerebbe per quel punto non esprimesse anch'essa la velocità media, che risponde a tal situazione. Ne si può addurre in contrario l'esperienza del vedersi in tal caso movere la superficie, che pure non dovrebbe moversi, perocchè come altrove spiega l'autore, ciò ragionevolmente si può attribuire all'imperfezione della fluidità dell'acqua, le cui parti hanno qualche adesione fra loro, onde le inferiori movendosi strascinano seco le superiori. Anzi l'esperienza appunto pare che stia a favore della dottrina finora spiegata, mentre fra quelle che il sig. marchese Poleni nel suo libro *de motu aquae mixto* all'articolo 56 riferisce di aver fatte in un vaso, da cui usciva l'acqua per un taglio rettangolare aperto nella sponda fino alla sommità del vaso, alcune ve ne hanno nelle quali essendo varia l'altezza dell'acqua entro il vaso ebbe campo di dedurre la proporzione della velocità media, e questa asserisce aver trovata appunto in ragione dimidiata delle altezze. Tale sperienza serve anco in parte a togliere l'altro scrupolo accennato di sopra intorno alla proporzione delle velocità de' diversi punti d'una medesima luce, e solo resterebbe che si replicassero nelle luci totalmente sommerse sotto l'acqua nel modo indicato.

Egli è ben vero, che nell'applicare agli emissarj onde escono i fiumi, ciò che si è detto delle velocità delle semplici aperture fatte nelle sponde de' vasi, vi ponno essere altri capi di difficultà non disprezzabili; ma di ciò non è questo il luogo di trattare, riserbandoci di farlo più opportunamente nelle annotazioni al capo 4.

Io stimo superfluo di avvertire in questo luogo, che le dimostrazioni sin ora addotte suppongono una perfetta astrazione da tutte le resistenze, e coefficienze, che ponno fare alterare qualche poco la loro verità; e perciò malamente opporrebbe, chi per provare, non esser vero, che i liquori spianino la loro superficie orizzontalmente, adducesse l'esperimento di una goccia d'acqua, che posta sopra una tavola, o sopra una foglia di cavolo colmeggia: ovvero, che ne' cannellini sottili l'acqua ascenda più che ne' più ampj, ed altre simili; poichè egli è certo, che queste diversità dipendono da altre concause, e circostanze, non dal solo peso, e fluidità dell'acqua, che sono le radici del moto dell'acque de' fiumi, circa il quale si devono aggirare principalmente le nostre considerazioni nel presente trattato.

CAPITOLO SECONDO

Dell' origine de' fonti naturali.

Noi vediamo per esperienza, che dalla superficie della terra scaturiscono in molti luoghi le acque, altre delle quali stanno racchiuse in luoghi, o cavità particolari, che si chiamano vasche, o catini; ed altre, sormontando le sponde di essi, s'incamminano a qualche parte, o perdendosi dentro poco spazio nel terreno, se esse sono scarse; o pure incamminandosi all'unione di altre simili, se sono più abbondanti, dalla quale unione se ne formano ruscelli, e da questi insieme uniti i fiumi. Quindi non sarà fuori di proposito ricercare l'origine di quest'acque, che si chiamano sorgenti, o fonti, e dedurne l'origine de' fiumi, per fondamento delle susseguenti considerazioni.

Sopra questa materia hanno i filosofi diversamente congietturato, poichè altri hanno creduto, che i fonti abbiano origine dalle sole acque piovane; ed altri, che il mare sia quello che somministri la materia a queste scaturigini. I signori dell'Accademia Reale delle Scienze instituita a Parigi da Luigi il Grande, hanno fatte moltissime osservazioni per decidere simile questione, e seguitando l'avviso del P. Cabeo, e del Wreno, hanno cercato i signori Perault, Mariotte, Sedileau, e de la Hire di assicurarsi della quantità dell'acqua che cade dal cielo in un anno, siasi in pioggia, o in neve, per paragonarla dipoi a quella che corre dentro gli alvei de' fiumi al mare; ed osservando gli ultimi due, farsi anche una grande evaporazione, tanto dall'acqua medesima, quanto dalla terra bagnata, hanno nello stesso tempo osservata la quantità dell'acqua ch'è svaporata negli anni medesimi.

(1) Il sig. Mariotte fece fare da un suo amico l'osservazione a Dijon, e da essa determinò che la quantità dell'acqua caduta in un anno fosse di oncie 17 di altezza. Il sig. Perault l'osservò 19 in circa, con che s'accordano gli esperimenti replicati delli signori Sedeleau, e de la Hire computando un anno per l'altro; poichè nell'anno 1689 l'acqua delle piogge fu quasi oncie 19, nel 1690 oncie 23, nel

---

(1) Queste osservazioni sono poi state continuate in Parigi da diversi altri della Accademia Reale delle Scienze, cioè oltre i signori Perault, Sedileau, e de la Hire, che quì sono nominati anco da' signori Maraldi zio, e nipote, e da quest'ultimo tuttavia si vanno proseguendo, e l'esperienza di molti anni ha mostrato, che la quantità dell'acqua che piove colà un anno per l'altro torna in once 19, o piuttosto in questi ultimi anni in 18 in circa del piede di Parigi. Ma essendosi fatte altre simili sperienze in altri luoghi della Francia, non si è trovato che rispondano troppo bene a questa misura, anzi quasi per tutto notabilmente crescono sopra di essa. Avvertì già il sig. de la Hire nelle memorie della stessa Accademia del 1710 col paragone da lui fatto delle misure prese a S. Malò, a Lione, ed altrove, che ne' luoghi più prossimi, o al mare, o al monte piove assai più che a Parigi, la cui situazione è come nel mezzo fra il monte, ed il mare, di maniera che la detta altezza di oncie 18, o 19 si dee riputare piuttosto la minima, che la mezzana tra quelle che nella Francia sono state osservate.

Molto più di pioggia è stato trovato cader nell'Italia, la quale per essere secondo la sua lunghezza bagnata da due mari poco fra loro distanti, ed oltre ciò spartita per lo lungo, e poi anco chiusa, e terminata da altissime montagne, dee per l'uno e per l'altro titolo abbondare di pioggie più della Francia. Per le sperienze continuate molti anni in Pisa dal sig. Tilli, egregio professore in quello studio, le pioggie si alzano ivi ragguagliatamente a 33 oncie, e in Livorno a 35 once della stessa misura del piede regio di Parigi. Molto maggiore è stata rinvenuta tal quantità in Modena dal celebre sig. Domenico Corradi matematico di S. A. Serenissima, risultando dalle sue osservazioni di 10 anni, cioè dal 1715 al 1724 oncie 47, e 9 linee per ciascun anno, e nella provincia montuosa di Carfagnana al forno Volastro, l'altezza riesce anco assai maggiore, e quasi doppia di questa, cioè oncie 92, e linee 2, secondo che egli medesimo ha dedotto dalle misure ivi prese negl'anni 1715, e 1716, comecchè questi due anni fossero de' più scarsi d'acqua.

Fra le montagne colle quali confina a settentrione l'Italia, cioè nell'Elvezía, il dottissimo sig. Scheuchzer misurò a Zurigo le pioggie dell'anno 1709 di oncie 32, linee 6 ½, nel qual anno a Parigi non furono che oncie 21, linee 9 ½. In Bologna ne abbiamo le osservazioni di 14 anni dal 1723 al 1736 fatte insieme con quelle de' barometri, de' termometri, de' venti, e delle meteore con esattezza, e giudício incomparabile dal sig. Jacopo Bartolommeo Beccarí, uno de' maggiori ornamenti di questa Università, e di questo istituto delle Scienze, per le quali osservazioni si trova essere piovuto ragguagliatamente once 26, linee 4 sempre della predetta misura. Finalmente in Padova l'altezza delle pioggie si accorda a un dipresso con quelle di Parigi, per quanto leggo in una annotazione annessa al libro dell'origine delle fontane del sig. Vallisneri a carte 270, ove tal notizia si dice ricavata dal sig. marchese Poleni insigne matematico di quella famosa Università.

1691 oncie 14 ½, e nel 1692 oncie 22 ½ (1). Ma quello che vi è di più considerabile si è, che la quantità dell'acqua svaporata sopravanza di gran lunga, quella delle pioggie, determinandola il sig. Sedileau oncie 32 ½ per anno; ond'è che (2) sebbene dalla terra bagnata non isvapora tant'acqua, quanta dall'acqua sola; nulladimeno non si

(1) Anche questa ricerca, rispetto all'evaporazione dell'acqua del mare è stata proseguita dall'acutissimo filosofo il sig. Hallej con esatte esperienze riferite al numero 189 delle transazioni della Società Regia d'Inghilterra. Avendo egli ridotta l'acqua di un vaso a quel grado di salsedine che ha l'acqua marina, e fattale concepire quella temperie, che presso di noi ha l'aria nel tempo della più calda estate (dell'uno e dell'altro si accertò egli con somma industria, ed accuratezza) trovò che nello spazio di due ore avea scemato tanto del primiero peso, quanto in quel vaso rispondeva in altezza alla parte trigesima quinta di un dito del piede di Londra, la qual misura gli piacque tuttavia di ridurre al solo sessantesimo di un dito, credo per addattarla ad un grado di calore estivo minore del massimo; il che nello spazio di 12 ore monta alla decima parte di un dito della detta misura; e però figurando, che in tempo di notte niente affatto si svapori dal mare, ne mettendo eziandio in conto quell'evaporazione che succede nelle prime, e nelle ultime ore del giorno (lungo in questi climi l'estate assai più di ore 12) si può esser certo, che la detta quantità della decima parte d'un dito di Londra sia anzi meno che più di tutta l'evaporazione del mare in un giorno estivo, che sarebbe in ragione di 9 dita di Londra, cioè di oncie 8 ½ del piede di Parigi in tutto il corso de' tre mesi d'estate. A questa quantità si dee aggiugner quella che svapora nelle altre stagioni dell'anno, che pur è qualche cosa, e quell'altra molto maggiore, che non dal caldo dell'aria, ma dal vento vien sollevata, e di cui troppo difficile sarebbe fare esperimento, ma quanto grande ella sia, si può raccorre dalla comune osservazione, per cui veggiamo, come sollecitamente per poco di vento che spiri, si rasciughino i panni bagnati esposti all'aria aperta; e questa ha luogo (particolarmente sopra il mare) in ogni stagione dell'anno, ne più il giorno che la notte, onde chi ne supponesse l'effetto in capo all'anno doppio di quello del semplice calore, non potrebbe a mio credere essere tacciato di peccare in eccesso. E però ben ponderando il tutto, si troverà che le oncie 32 ½ tassate dal sig. Sedileau, non si debbono giudicare soverchie. Egli è ben vero, che quella parte di evaporazione che dipende dal calore, non si può supporre eguale in ogni tratto di mare, perciocchè il calore estivo non è per tutto di eguale intensione, onde quì ancora, come nelle piogge, si vuole avere riguardo alla diversità de' luoghi. Ma essendosi in queste esperienze presa per norma quel grado, che conviene alla nostra zona temperata, non si potrebbe errar di molto considerando la misura ritrovata dell'evaporazione, come universale per tutti i mari, comecchè il sig. Hallej a maggior sicurezza non se ne vaglia per ricavarne alcuna conseguenza, fuorchè nel solo mare mediterraneo.

(2) Di molto momento è questa riflessione dell'autore sopra l'acqua che svapora dalla terra dopo le pioggie per non prender abbaglio in que' calcoli per mezzo de' quali si cerca se le sole pioggie bastino per fornire a' fiumi tutta l'acqua che essi portano in un tal tempo, come v. g. in un anno. Certamente si può dare, e si dà spesse volte, e specialmente nelle stagioni alquanto calde, e quando la terra è assai sitibonda d'umore, che dopo le pioggie buona parte di quella che è caduta sopra terra si rialzi ben tosto in vapori, e costipata di nuovo in

può assai accertare, che l'acqua piovana basti per mantenere tutti i fiumi senza l' ajuto di quella del mare (1). Il medesimo sig. Sedileau, *nelle Memorie dell' Accademia Regia dell' anno* 1693 servendosi della portata di diversi fiumi, determinata, per estimazione in proporzione del Pò, dal P. Riccioli *lib.* 10 *della sua Geografia Riformata*,

---

nubi ricada in pioggie, ne ciò una sola, ma due, tre, e più volte di seguito, e ciò visibilmente si scorge fra le montagne, sopra le quali si alzano a piombo, come delle fumate che ne inviluppano le sommità, e si sciolgono ben tosto in acqua, onde comunemente si prendono per presagio di vicina pioggia; e qualche cosa di simile avviene anco nelle pianure, quando le pioggie si vanno alternando colle nebbie, la cui materia ben si comprende talvolta non esser portata altronde, ma rinascere, e sollevarsi dall' istessa terra su cui è piovuto; e comecchè non sia possibile determinare quanta parte di acqua sia quella, che in ciascuno di tali casi torna a cangiarsi in vapori, e quanta quella che è restata fra le vene della terra a poter dare alimento alle sorgenti de' fiumi, egli pare tuttavia che quella prima non possa essere sì poca cosa, vedendosi in tali occasioni che dopo larghe piogge ne sieguono altre quasi egualmente dirotte. Converrebbe dunque sapere la quantità dell' acqua svaporata, e diffalcarla da tutta quella che è piovuta, per accertarsi di non mettere due, e tre, e forse dieci, e più volte una medesima quantità d' acqua nel conto di quella che può servire alle fontane naturali.

Sarebbe oltre ciò da dettrarre dall' acqua delle pioggie, quella che passa in nutrimento delle piante, poca secondo alcuni, ma non così poca secondo altri, giacchè ne pur questa concorre ad ingrossar le sorgenti. Ne si può sfuggire tal necessità col motivo, che questa ancora nel traspirare che fanno le piante, torni a ridursi in vapori, e finalmente in piogge, perocchè sempre ha luogo il discorso poc' anzi fatto, di non doversi mettere di bel nuovo a calcolo dell' entrata ne' fiumi, ciò che una volta vi è stato messo.

(1) Tutto il contrario di quello che parve al sig. Sedileau, era paruto al signor Mariotte nel paragonar che fece (parte 1.ª discorso 2.º) la portata del fiume Senna da lui medesimo stabilita, colla quantità della pioggia che cade in un anno sopra tutto il terreno, da cui quel fiume riceve le acque (la qual pioggia suppose di oncie 15, con tutto che sia di 18, o 19) avendo egli calcolata la misura di questa più di sei volte maggiore dell' acqua che porta il fiume; d' onde conchiude, che quando la terza parte delle pioggie esalasse in vapori immediatamente dopo esser caduta, e la metà del rimanente restasse imbevuta tra le parti superficiali della terra per mantenerla umida, e solo il di più penetrasse al di dentro, per passar quindi per occulti canali ad alimentar le sorgenti, ve ne sarebbe di soverchio per somministrare a' fiumi tutta quell' acqua che realmente scorre per essi.

La gran differenza tra le conseguenze ricavate da questi due celebri uomini intorno a tal particolare, proviene più che da altro dalle diverse supposizioni, che essi hanno seguite nel calcolare la quantità dell' acqua portata da' fiumi iu un anno, e questo è veramente ciò, in che consiste la massima difficultà della presente ricerca. Tal difficultà si può dire che abbia due capi principali. Il primo è nel giudicare della velocità assoluta di un fiume, notizia che è indispensabilmente necessaria, oltre quella della larghezza e profondità per dedurne la misura dell' acqua che egli porta. Quand' anco si potesse sapere la velocità della superficie

calcola che molto più acqua sia portata da' fiumi dell' Inghilterra, dell' Irlanda, e della Spagna al mare, di quella possano provvedere le pioggie, senza considerare la copia dell' evaporazione che succede in un anno in tutta l' ampiezza di que' Regni, il che cagionerebbe tanto maggior differenza: ed abbenchè ragionevolmente si possa credere, attesa la difficoltà che porta seco la misura dell' acque correnti, non assai

---

nel filone non vi è alcuna regola ben certa per dedurne quella, o sia delle parti laterali della stessa superficie, o sia delle interne sotto di essa, e volendosi ancora seguire intorno a ciò le ipotesi del nostro autore, già si è accennato nel capo primo, e si vedrà di nuovo nel quarto, e nel settimo, niente potersi sapere di preciso, per ciò che riguarda le velocità assolute, sì, perchè i numeri della tavola che egli dà per trovarle non sono sicuri se non in quanto giusta è la proporzione per essi indicata, sì anche perchè troppo si può errare addattando alle sezioni de' fiumi naturali, impediti per lo più da tanti ostacoli, le misure delle velocità calcolate per le acque che scorrono libere da ogni resistenza. Che se pur si stimasse poterne venire a capo per mezzo delle osservazioni attuali delle velocità delle diverse parti dell' acqua di una sezione, dedotte dalle deviazioni dal perpendicolo de' pendoli sommersi nell' acqua, quì ancora per rilevare la misura assoluta delle velocità conviene valersi di teoremi non bene accertati, e la stessa pratica di tal metodo richiederebbe un gran numero di osservazioni difficili, e soggette a diverse fallacie, come si vedrà nell' annotazione 12 del cap. 7.

L' altro capo di difficultà nasce dalla diversità degli stati del fiume in diversi tempi dell' anno, attesa la quale quando anco si sapesse la portata di esso in qualche stato, come a cagion d' esempio nelle massime piene, ciò non bastarebbe se non si cercasse anco negli altri stati, perocchè in ciascuno di essi, oltre l' altezza, e la larghezza si può eziandio cangiare la velocità, e quello che forse è più difficile, converrebbe in oltre tener conto quanta parte dell' anno soglia mantenersi il fiume in ciascuno di que' diversi stati per trovare quel mezzo aritmetico che quì accenna l' autore, non servendo il prendere una portata mezzana fra le estreme se non si ha eziandio riguardo alla diversa durata di ciascuno degli stati predetti; e forse da questa più che da altra cagione dipende la gran differenza fra' predetti calcoli.

Ove poi la quantità d' acqua che un fiume scarica in un anno fosse ben certa, per paragonarla colla quantità osservata delle pioggie cadute parimente in un anno sopra tutto quel tratto di terra, che o tramanda acqua nel fiume per mezzo de' torrenti, o potrebbe tramandarvela a poco a poco ricettandola intanto nelle vasche, onde sgorgano le fontane (tratto non così facile a determinarsi, massimamente a riguardo di queste ultime) converrebbe prima fare un altro ragguaglio delle diverse altezze, alle quali montano le pioggie nella parte piana, nella montuosa, e nella marittima del detto tratto, con aver riguardo eziandio all' estensione di ciascuna di queste parti; e dopo ciò darvi un diffalco per conto di quell' acqua che svapora dalla terra umida, e di quella che va in alimento delle piante, come nella precedente annotazione si è veduto, il qual diffalco è estremamente difficile a farsi, ne io saprei alcun modo di accertarlo, neppure prossimamente.

Da tutto ciò si può inferire quanto sia difficile il decidere questa celebre quistione anco rispetto a un solo fiume, non che a tutti i fiumi del mondo; e quanto siano lontani dall' evidenza che alcuni hanno pretesa, i giudicj che ne sono

ben conosciuta al tempo che vivea detto Padre, che le di lui estimazioni siano molto lontane dal vero (tanto più che i fiumi non portano sempre ugual corpo d' acqua in tutto il tempo dell' anno, ed è assai difficile il trovarne il mezzo aritmetico) nulladimeno non può essere tanto il divario, considerata che sia l' evaporazione ec. che resti alterata la verità della conseguenza che egli ne deduce (1) S' aggiunge,

---

stati dati ora per l' una, ora per l' altra parte; se pure non si vuol ammettere per evidente un calcolo, per cui si conchiuda, che una certa quantità d' acqua che non ben sappiamo, detrattane un' altra che assolutamente non sappiamo sia eguale, o maggiore, o minore d' un' altra che sappiamo anche meno di quelle.

Egli è ben vero, che nelle osservazioni che si fanno della quantità dell' acqua che piove, non si tiene, nè si può tener conto se non di quello che ne' luoghi comunemente abitati dagli uomini va cadendo in forma d' acqua, di neve, di gragnuola, di brina, e al più di rugiada; ma oltre questa avvertì già il signor Halley, e dopo esso il sig. Jurin nella sua appendice alla geografia del Varenio cap. 16 prop. 5, che nelle più alte cime de' monti può spesse volte adunarsi gran quantità di vapori fin colà sollevati da' venti, e disciogliersi in pioggie, le quali altrove non vengono osservate; e queste penetrando tra le fenditure della terra, e nelle cavità di essa ponno somministrare materia per le fontane, le quali appunto tutte, o quasi tutte dalla montagna si veggono scaturire. L' istessa nebbia, che si spesse volte inviluppa alcuni monti, e sopra di essi si posa per giorni, e per mesi interi, ancorchè altrove l' aria sia perfettamente purgata, pare che persuada dovere restar ivi la terra quasi perpetuamente imbevuta di quelle minute stille, che poi si adunano in forma di gocce. Di queste racconta il sig. Halley avere osservata tal copia in tempo di notte nell' isola di S. Elena; e sopra un monticello non molto elevato, che nello spazio di 7, o 8 minuti ne rimasero appanati i vetri de' telescopj de' quali si serviva per le osservazioni celesti, e inzuppate le carte su cui le notava. Ben potrebbe darsi, che coteste per così dire occulte, e quasi perenni pioggie sopra i monti supplissero a ciò, che per avventura si trovasse mancare alla somma di quelle, che ne' luoghi abitati si osservano, e si raccolgono per pareggiar la portata de' fiumi.

(1) La considerazione poc' anzi fatta dell' alimento quasi perpetuo, che tra le montagne ponno ricevere i fonti naturali da' vapori sciolti in gocciole o alle cime, o alle falde di esse può forse servir di risposta ad amendue le difficultà che quì si movono dall' autore. Quando ciò non paresse bastare, molte altre risposte si ponno vedere nella lezione accademica del sig. Vallisneri sopra l' origine delle fontane, nelle note che lo stesso chiarissimo autore vi aggiunse, e nelle altre scritture appartenenti all' istessa materia che si trovano unite alla detta lezione, e stampate in Venezia del 1726, e specialmente nelle sensatissime annotazioni dell' Anonimo, che cominciano a carte 243; le quali scritture tutte finiscono di mettere in ottimo lume l' opinione oggi mai più comune tra' filosofi, e che confesso sembrare a me ancora la più probabile, che l' origine de' fonti si debba riconoscere da quell' umore che cade da alto sopra la terra, senza che faccia uopo d' immaginare altre occulte strade, ne altri difficili meccanismi, per le quali le acque del mare si sollevino per entro le viscere della terra fino alle cime delle montagne. Per quello specialmente che riguarda lo scaturire d' alcuni fonti dalle cime predette, osserva il sig. Vallisneri non darsi mai un tal caso se non dove in non molta distanza si trovino altri monti più elevati di quello, onde escono tali

che molti sono i fonti, che sensibilmente non s' alterano dall' estate all' inverno, o almeno non a proporzione della quantità delle pioggie che cadono, e che altri sono situati nelle cime de' monti altissimi, e scaricano in tutto l' anno copia d' acqua molto maggiore di quella, che ne' siti più alti di quel contorno cada dal cielo, come mi asserì di avere osservato nelle Alpi due anni sono nel suo ritorno in Italia, il sig. Gio. Domenico Cassini (soggetto, il cui solo nome vale per un elogio intero) ed io pure ho veduto in diversi luoghi, e particolarmente nelle montagne che dividono lo stato di Milano da quello de' Svizzeri, e Valesani. Si trovano anche diverse fontane, che ne' tempi più secchi dell' estate profondono l' acqua in maggior abbondanza, che ne' piovosi, e nell' inverno, (1) oltre che si sa, che l' acqua delle pioggie, e delle nevi non s' insinua regolarmente che pochi piedi sotto la superficie della terra, scorrendone una gran parte, durante le pioggie più impetuose, ed il gran disfacimento delle nevi, per lo declive de' monti, e per lo dolce pendio delle pianure, senza entrare in minima parte dentro de' pori della terra.

Non si può pertanto negare che le acque piovane non contribuiscano molto a far accrescere quella delle sorgenti; poichè manifestamente si vede che ne' tempi più aridi molte di esse s' illanguidiscono; ed al contrario, dalle pioggie ricevono nutrimento, e vigore; quindi è, che le acque de' fonti medicinali nelle stagioni piovose perdono, o sminuiscono la loro virtù, anzi in vece di essere profittevoli, si rendono nocive (2) Ma che l' acqua tutta de' fonti non riconosca altra

---

sorgenti; e però pensa che le acque cadute sopra que' luoghi più alti, siano quelle che le alimentino, facendosi strada a giugnervi sopra quegli strati di pietra, di tufo, di creta, o d' altra simil materia impenetrabile all' acqua, che il signor Scheuchzero, e il signor Vallisneri stesso con altri hanno osservato trovarsi quasi sempre nell' interna struttura de' monti, e che spesso piegandosi, e inarcandosi da un monte all' altro, ponno prestare ufficio come di tanti sifoni per far risalire le acque predette: spiegazione certamente ingegnosa, tuttavolta che tali strati si trovino di quà, e di là fiancheggiati per lo lungo, e chiusi come da due sponde di simil materia non penetrabile dall' acqua, sicchè essa non possa gemere, ne trapelar fuori lateralmente dalle parti più basse di tali sifoni, ma debba per necessità rimontare per essi allo insù per andarsi ad equilibrare colla sua origine.

(1) Anche questa difficultà resta tolta di mezzo nel detto libro, e particolarmente nelle annotazioni dell' Anonimo a carte 291, e seguenti, ove si portano diverse sperienze, le quali convincono penetrare l' acqua entro la terra ad incredibili profondità, essendovi fra' terreni non coltivati fenditure, e canali, che cominciano presso la superficie, e s' internano molto addentro, al contrario di quel che accade nella terra rimossa, e spianata de' campi, di cui solamente la crosta s' imbeve d' umore a poca grossezza.

(2) A tutti questi motivi parmi che sia stato bastantemente risposto nel detto libro, a cui perciò rimetto chi più brama in tal proposito. Sopra tutto stimo che

origine che dal cielo; questo è quello che non pare s' accordi assai bene, nè colla ragione, nè coll' esperienza non solo per li motivi sopra addotti, ma per altri molti che portano l' Erbinio nel libro eruditissimo *de Cataractis*, ed il dottissimo sig. Bernardino Ramazzini nel suo giudiciosissimo trattato *De Fontium Mutinensium admiranda scaturigine*.

Quelli poi che hanno pensato derivare i fonti dal mare, non si sono punto accordati nel descrivere la maniera con che le acque marine ascendano alle cime de' monti. Poichè (1) altri credendo che la superficie del mare sia più alta di qualsivoglia altissimo monte, hanno detto, ciò farsi per la sola legge dell' equilibrio. Ma vacilla il supposto, come ripugnante alla ragione, ed al senso. Altri hanno indotta una circolazione perenne, comandata da Dio nella creazione dell' universo; il che si amette ma per non crederla un perpetuo miracolo, è d' uopo cercare la causa che la promuove, e mantiene. Onde è, che alcuni hanno avuto ricorso ad una facoltà attrattiva della terra, per

---

debba fare gran forza, che essendo già fuor di dubbio, che le pioggie, le nevi, e tutto il rimanente dell' acqua che cade da alto ha qualche parte, anzi ha grandissima parte nell' origine delle fontane, non par ragionevole il non voler riconoscere eziandio tutto il rimanente dalla medesima cagione, almeno finchè non resti positivamente dimostrato, che essa non basti a mantenere quella quantità intera d' acqua che i fiumi portano, il che per le cose dette troppo è difficile da ridurre a calcolo.

(1) Che la superficie del mare sia più alta de' monti, può esser caduto in pensiero a chi non essendo istrutto de' principj della geografia non distingue fra un piano tangente la terra, e una superficie veramente orizzontale, cioè concentrica alla terra. Ma che ciò non ostante le acque del mare possano salire fino alle cime de' monti per la sola forza dell' equilibrio è stata un' ingegnosa riflessione d' uno de' più insigni filosofi, e matematici del nostro secolo, il sig. Giovanni Bernulli. Considerando egli, che l' acqua dolce è più leggera della salsa, argomenta che ove nel profondo del mare l' acqua deponesse come in un colatojo quel sale, con cui intimamente è mescolata, onde passando dolce per li pori della terra, e penetrando poscia per segreti canali, e cunicoli potesse di nuovo risalire a livello della superficie del mare, non si potrebbe già arrestare, ne equilibrare a tal segno, ma ove i medesimi tubi fossero continuati allo insù verso l' alto delle montagne, potrebbe alzarsi dentro di essi, finchè nel fianco, o nella cima d' un monte trovasse esito aperto nell' aria. Ma una tale ipotesi è soggetta a difficultà al mio parere insuperabili, che ponno leggersi nelle annotazioni spesse volte mentovate alla lezione del sig. Vallisneri. Si mostra ivi con evidenza quasi geometrica l' impossibilità di tali colatoi in qualunque modo si pretenda, che operino nel separare il sale dall' acqua marina. Si riflette oltre ciò, che non potendo con un simile meccanismo alzarsi l' acqua dolce sopra la superficie della salsa se non quanto porta la ragione reciproca delle gravità specifiche dell' una e dell' altra, ed essendo le dette gravità prossimamente secondo alcuni come 46 a 45 al più, secondo altri come 103 a 100, ne siegue, che la profondità del mare dovrebbe essere almeno 100 di quelle parti, tre delle quali fanno l' altezza sopra la

mezzo della quale sian tirate le acque dal basso all' alto; ma questa oltre l' essere impercettibile, non si vede per qual motivo debba cessare nel permettere che fa il corso dell' acque per gli alvei che le portano al basso. Altri perciò hanno posta in campo una forza di pulsione fatta da' flutti, e reciprocazioni dell' acque sotterranee, o da' venti racchiusi, e compressi nelle caverne de' monti alla maniera che si formano le fontane pneumatiche; ma queste cagioni non sembrano di tanta energia, quanto basta per ispingere l' acqua sino a quella misura, alla quale in fatti sono elevate le cime di alcuni monti sopra la superficie del mare.

(1) Ha l' ingegnosissimo Descartes apportata un' opinione, forse la più probabile, e la più prossima al vero. Suppone egli che la terra sia presso che tutta cavernosa, principalmente nelle viscere de' monti (proposizione che non ammette dubbio veruno, tanti sono i riscontri che se n' hanno nell' osservazioni della terra). Che di dette concavità, le più basse abbiano commercio, o mediato, o immediato col mare, cioè a dire, che il mare vi si porti dentro senza alcun ostacolo,

---

superficie del mare delle cime più elevate, onde sgorghino fonti sopra la terra; onde trovandosene talvolta all' altezza di tre miglia italiane in circa, dovrebbe il mare in qualche luogo essere profondo intorno a 100 miglia: profondità per dir vero troppo incredibile, e lontana da tutte quelle fino alle quali si è potuto esplorare il fondo del mare con lo scandaglio; per tacere che l' acqua dolce obbligata a montare allo insù per condotti lunghi più di 100 miglia (dopo aver camminato orizzontalmente talvolta più d' altrettanto ad effetto di ridursi a piombo sotto le predette montagne, il più delle volte assai lontane dal mare) non potrebbe in un cammino così lungo, così obbliquo, e così pieno d' intoppi, qual si può credere che questo sarebbe con quella forza che le imprimesse il solo piccolo eccesso della gravità dell' acqua del mare sopra la sua propria, arrivare che a gran fatica, e dopo gran tempo a tanta altezza; e giuntavi dovrebbe appena poterne gemere, e trasudar fuori con lentissimo corso, e non con quella vivacità, e celerità di moto con cui si veggono talvolta spicciar fuori gli zampilli delle sorgenti. Altre istanze si ponno leggere nelle allegate annotazioni a carte 152, e seguenti.

(1) Non lascia anche questa opinione d' esser soggetta a gravi difficultà, come si può vedere nelle note del sig. Vallisneri alla detta sua lezione. Contuttociò non si vuol negare che ella non sia la meno assurda fra quelle, che deducono l' alimento de' fonti da una occulta circolazione delle acque del mare per entro le viscere della terra; e quando veramente vi fosse una precisa necessità di cercar qualche ipotesi per supplire al difetto delle pioggie nell' uso predetto, a questa, più che ad altra si potrebbe per avventura far ricorso. Darebbe tuttavia grande imbarazzo nel sostenerla un' osservazione fatta dal sig. Vallisneri se ella fosse costante, e perpetua, cioè che non si veggano giammai sorgenti uscire di sotto, ma sempre di sopra a quegli strati de' monti, che sono di materia impenetrabile all' acqua; mentre se gli strati predetti debbono secondo tal' ipotesi servir di lambicchi a' vapori sollevati entro terra per fermarli, e ridurli in gocciole d' acqua, tutto il contrario si dovrebbe osservare. Veggasi anco intorno a ciò quello che il sig. Vallisneri ne ha scritto ne' luoghi accennati.

e senza mutare la qualità delle sue acque; o pure che queste passando per qualche istmo intermedio di sabbia, o di ghiara, o di argilla, o di tufo, depongano le materie eterogenee ne' loro colatoj, ed entrino più purgate, e più pure nelle cavità della terra. E poi certo che questa possiede nelle sue viscere un calore assai sensibile (sia esso originato, o da' fuochi sotterranei, o d'altronde poco importa) in maniera che molte volte si vedono scaturire dalla terra acque così calde, che non ponno essere tollerate dalla mano. Siccome dunque si vede agire il calore del sole nelle acque che si trovano sopra la terra, o nella di lei ultima crosta, sminuzzandole in vapori, e facendole ascendere ad una considerabile altezza nell'aria; così egli è probabile che il calore interno della terra faccia svaporare le acque contenute nelle caverne inferiori, e che i vapori a poco a poco ascendano, sinchè, o sminuendosi l'azione del calore, o conglomerandosi, ed unendosi a forza di un resistente (quale è creduta comunemente la densità, e freddezza de' sassi) degenerino in gocce, e vadano a colare in qualche ricettacolo, dal quale finalmente per le vene della terra, si portino alle proprie scaturigini. In questo passaggio non è difficile a comprendersi che i ricettacoli superiori, cioè più vicini alla superficie della terra, possano altresì ricevere l'acque delle pioggie, e delle nevi insinuate, sì per li meati delle terre più porose, sì per le fissure de' sassi che servono di fondamento al terreno; onde quanto sono più frequenti, e copiose le pioggie, tanto più cresce l'acqua ne' ricettacoli superiori della terra, che più in conseguenza ne somministrano a' fonti. Questi recipienti ponno essere, o uno, o molti per grado disposti nelle loro altezze; e non solo si ponno intendere per cavità, o vasi che contengono qualche copia d'acqua unita, ed ammassata in un luogo medesimo; ma anche per una sostanza terrea, e porosa che s'imbeva, riceva, e tramandi gli umori acquosi, o per nuova esalazione alle parti più alte; o pure per insinuazione alle parti più libere, o vote, o aperte all'aria, come sono le vasche, o crateri delle fontane. Il che posto, non credo che possa immaginarsi alcuno accidente circa la natura delle sorgenti che non si possa esattissimamente con la predetta supposizione spiegare; onde intieramente acquietandoci in essa, passeremo a dedurne l'origine de' fiumi.

Egli è certo che tutta l'acqua che corre dentro gli alvei de' fiumi, ha origine immediata, o da' fonti, o dalle nevi liquefatte, o dalle pioggie. Sotto nome di fonti, in questo luogo comprendo anche i laghi, stagni, o paludi, se queste non abbiano il loro essere dall'influsso de' fiumi, o rigagnoli, o altr'acque sopraterranee, ma bensì dalle sole sorgenti. E la ragione si è, che, o il lago è effetto di una sorgente sola, ed in tal caso non è egli altro che la gran vasca d'una sorgente, o pure riceve l'acqua da più di esse, ed allora diventa

una vasca sola, comune a più fonti; ed abbenchè vi siano de' laghi, che riconoscano la loro manutenzione da più cause, cioè, e dalle sorgenti, e dagl' influssi di altre acque sopraterranee, ed immediatamente dalle pioggie medesime; nulladimeno sussiste sempre, che i fiumi tutti da qualcheduno de' tre principj sopra memorati derivino. Rare volte s' incontra che da una sola fonte nasca un fiume considerabile, ma frequentemente, e per lo più, s' ingrossano i fiumi per lo tributo che ricevono d' altri rivoli, che da una parte e dall' altra dentro vi corrono, e nel progresso anche dall' influsso di altri fiumi, per un singolare artificio della natura che ne manda molti ad unirsi insieme, acciò più facilmente possano scorrere al loro termine, come a suo luogo si dirà.

Secondo le diverse circostanze, ora comunicano i fiumi per li pori della terra una porzione dell' acque proprie alle parti vicine; ora da queste per la medesima strada ricevono qualche piccolo tributo, vedendosi molte volte uscire dalle sponde de' fiumi minutissimi zampilli di acqua, e ciò succede ne' casi che la superficie de' fiumi sia più bassa notabilmente, che 'l piano del terreno contiguo, e che questo sia ben pregno d' umore somministrato o dalle pioggie, o d' altronde. Nè v' ha dubbio che il fondo de' fiumi, se è di sostanza penetrabile dall' acqua, secondo la diversa altezza del di lei corpo che sostiene, non ne riceva in qualche abbondanza, e che la trasmetta a poco a poco, lungo l' andamento del fiume medesimo al mare; poichè egli è certo, che ne' fiumi temporanei, i quali l' estate lasciano vedere il loro fondo asciutto, ogni poco di fossa che si scavi, diventa una sorgente; e scavandone molte, queste hanno la loro superficie disposta in una certa pendenza paralella a quella che gode l' alveo del fiume; segno evidente di qualche corso sotterraneo. Molto più è manifesto il corso de' fiumi sotterranei, quando in tutto, o in parte, essi si precipitano nelle voragini che incontrano, e dopo qualche tratto, di nuovo escono alla luce; poichè di questi egli è certo che trovano sotto terra alvei, e laghi, per li quali si portano al luogo del nuovo sboccamento. Per fine non si può negare che i fiumi non ricevano anche l' acque delle pioggie che dentro vi cadono; perchè siccome da queste si accresce l' acqua ne' laghi, ne' stagni, e nel mare, così niuna ragione vuole, che le medesime non somministrino anche qualche debole alimento al corso de' fiumi.

CAPITOLO TERZO.

Della divisione de' fiumi, loro parti, attinenze, e denominazioni.

Sin quì ci siamo serviti del nome di fiume in generale; ora è necessario di conoscere più distintamente le differenze de' fiumi; le parti che li compongono, e tutte le cose concernenti ad essi, insieme con le denominazioni proprie di tutti, per non avere obbligo in avvenire, di servirsi di perifrasi, e per potere in poche parole spiegare ciò che occorrerà.

Le acque dunque che corrono per la superficie della terra, esercitano il loro moto dentro una cavità distesa per lunghezza, dal principio superiore del suo corso, sino al fine, e si chiama *alveo*, *letto*, o *canale*. La parte inferiore dell'alveo, cioè quella ch'è premuta dal peso dell'acqua, si chiama *il fondo*; e le parti laterali, le quali contengono l'acqua ristretta, e sollevata di superficie, a qualche altezza, si chiamano *sponde*, o *ripe*.

Ponno essere queste, o naturali, o artificiali. *Naturali*, quando non hanno ricevuto il loro essere dalle operazioni degli uomini, ed *artificiali* all'incontro. Le *sponde naturali* sono pure di due sorte, poichè (1) o la natura le ha formate scavando il terreno, come sono quelle de' fiumi che corrono fra terra, e queste saranno dette da noi *sponde naturali per escavazione*, ovvero alzando le parti laterali al corso dell'acqua colle deposizioni del limo, e queste le chiameremo *sponde naturali per alluvione*. Le artificiali ponno essere di diversa natura, secondo la qualità dell'artificio, e della materia, ma per lo più si chiamano *argini*, cioè quando sono formate di terra ammassata insieme, ed elevata a tanta altezza, che basti a sostenere la maggior escrescenza dell'acque.

La diversa disposizione delle ripe è cagione della loro diversa denominazione; attesochè, se la ripa è perpendicolare all'orizzonte, si chiama *piarda*, che può essere *bassa*, *alta*, o *mezzana*, secondo che

(1) Quegli alvei de' fiumi che hanno le sponde di questa sorta, si veggono per lo più averne due diversi ordini, cioè due piani con loro scarpe tanto dall'una, quanto dall'altra parte del fiume; de' quali piani l'inferiore chiamasi *ripa bassa*, e fra queste ripe si contiene l'acqua ordinaria del fiume, e l'altro *ripa alta*, e queste limitano l'espansione delle massime escrescenze, se pure il fiume non fosse inondante. Mancano tuttavia alle volte le scarpe tanto all'una, quanto all'altra ripa; anzi mancano spesse volte affatto le ripe basse ristringendosi ivi il fiume, ed avvicinandosi fra loro le ripe alte a terminarne la larghezza in ogni stato d'acqua.

il sito perpendicolare si trova all'alto, al mezzo, o al basso della ripa medesima. *Ripa* semplicemente si dice, quando con una mediocre pendenza va a posarsi sul fondo del fiume; (1) ma se questa pendenza s'avanzasse dentro l'alveo del fiume considerabilmente, ed in maniera che si mettesse insensibilmente sotto l'acqua, spingendo il corso dalla parte opposta, si nomina *spiaggia;* ed *alluvione*, qualvolta, pure insensibilmente crescendo, arriva a formare nuova sponda al fiume, distinta dalla precedente.

I fiumi che hanno bisogno d'argini, hanno anche per lo più distante le sponde in più parti, osservandosi che tra gli argini (che sono l'ultime sponde destinate a contener l'acqua nella sua maggior altezza) sta disteso un canale, che propriamente si dice *alveo del fiume*, con le sue ripe non tanto alte, che nell'escrescenze non siano sormontate. (2) Tutto il terreno che sta fra detta ripa, e l'argine, si chiama *golena*, o *banca*, o *ghiara*, abbenchè questi due ultimi nomi abbiano anche altra significazione. Dopo questa, immediatamente siegue il *piede dell'argine*, la cui pendenza dalla parte della golena si chiama *scarpa interiore*, e quella dalla parte della campagna *scarpa esteriore*; siccome si chiama *piano dell'argine* la parte superiore di esso, e *base dell'argine* la somma delle due scarpe, e del piano; e *ciglio dell'argine* l'angolo che forma la scarpa dell'argine col piano di esso.

---

(1) Simili spiagge si denominano eziandio *greti*, o *renai*, i quali nomi convengono tuttavia anco a que' ridossi che sono affatto staccati dalle ripe, e come in isola dentro il letto del fiume, ma che restano coperti nelle piene di questo, e in lingua latina si denominano *pulvini*, e in toscana *capezzali*.

(2) Quelle che quì si chiamano golene, diconsi ancora in questi nostri paesi *marezane*, e *restare* (usandosi particolarmente quest'ultimo nome quando esse servono di strada ad uomini, o cavalli per tirar le barche allo insù coll'*alzaja*) e in toscana *banchine*, e sono proprie di quegli alvei che sono prodotti per alluvione, prestando in essi l'ufficio che prestano le ripe basse in quelli che sono fatti per escavazione. Se l'alveo fatto per alluvione, dopo di essere stato arginato non si è sollevato in maggior altezza, allora il piano delle golene è eguale a un dipresso al piano di campagna, che immediatamente è fuori degli argini, e tale è eziandio in questo supposto in quegli alvei che sono stati scavati a mano per condurvi un fiume, perocchè allora si fa servir di golena appunto quello spazio di campagna, che si lascia fra l'argine e la ripa. Ma se il fiume si è alzato, dopo che egli è munito d'argini, i piani delle golene saranno regolarmente più alti del piano contiguo della campagna, perciocchè all'alzarsi del fondo, si rialzano eziandio le golene dalle alluvioni, onde è che il vedersi le golene più alte della campagna può dare indicio di alzamento seguito del fiume. Egli è ben vero, che i piani delle golene sono assai irregolari di altezza, ed anco di positura, trovandosi ora orizzontali, ora inclinati, e per lo lungo, e per lo traverso, e massimamente ne' fiumi tortuosi; benchè la loro natural costituzione dovesse essere di aver per lo lungo la stessa pendenza del fondo, e per lo traverso un poco d'inclinazione verso l'acqua.

Il corso che hanno i fiumi per li loro alvei non è in tutti i luoghi uniforme, e si osserva, che la maggiore velocità cammina regolarmente a seconda della maggior profondità, in maniera che dove il fondo è più basso, ivi maggiore è la velocità; dove più alto, ivi minore; e questa parte più veloce si chiama *filo*, o *filone*, e da alcuni *spirito del fiume*, e da altri *testa*, o *via dell' acqua*, e si conosce dalle materie che galleggiano sopra l' acqua, le quali a lungo corso sono portate tutte ad unirsi dove l' acqua è più veloce. Ne' fiumi che sono distesi in linea retta, trovasi il filone nel mezzo, ma in quelli che descrivono linee curve, s' accosta ora alla destra ripa, ora alla sinistra, secondando il giro del fiume, ed è causa che quelle ripe, alle quali esso s' accosta considerabilmente, si chiamino *botte*, e queste sono nella parte concava della curvità; e quelle di rincontro, dalle quali il filone si scosta, sono dette *spiagge*, come di sopra si è accennato. Le botte o resistono alla corrosione delle ripe, o no; se resistono non cambiano nome, (1) ma se cedono, acquistano quello di *botte corrose*, o *corrosioni*, che sono differenti, secondo la diversa situazione che acquista la ripa, denominandosi *piarde*, secondo la già detta significazione, o *froldi*, se per la corrosione avanzata, si tolga la ripa della golena, sottentrando l' argine a fare l' ufficio della sponda intiera, onde per differenza constitutiva di ciò ch' è significato con questo nome, basta che il piede dell' argine sia bagnato dal fiume in acqua bassa. Che se poi fosse anco corroso, allora chiamerebbesi *froldo in corrosione*, o *argine corroso*.

Le differenze de' fondi sono, che questi si chiamano, o vivi, o morti: *fondo vivo* è quello che avrebbe il fiume, se l' acqua corresse uniformemente in tutte le sue parti, e questo si disporrebbe in uno, o più piani ec. secondo le diverse circostanze, come a suo luogo si dirà. Ma il *fondo morto* è di due sorti, cioè, o più basso del fondo vivo, e si chiama *gorgo*; ovvero più alto, e se è laterale al filone, si chiama *spiaggia*, attesochè questo nome è comune alle ripe, ed al fondo, come che partecipa, e dell' uno, e dell' altro; (2) ma se occupa tutto il fiume da una ripa all' altra si nomina *dosso*, o *secca*. Perciò *morta di fiume* si dice quell' alveo che resta, quando il fiume si muta di letto, o a caso, o per arte; abbenchè anche l' acqua vi corra, purchè altrove sia divertito il di lui corso principale, e *mortizza*, quando lascia di correrví l' acqua in maniera, che il fondo resti

(1) Le corrosioni de' fiumi sogliono in Toscana denominarsi col vocabolo di *rose*, o *lunate* come il sig. Viviani le chiama.

(2) Simili *dossi*, o *ridossi*, che occupino tutto il fiume da una ripa all'altra succedono ove l' alveo di esso, o si dirama, o si allarga, come nota l' autore nel corollario 4 della prop. 3 del cap. 5.

fangoso, o pantanoso: si chiama anche *fiume morto* un alveo abbandonato dall'acqua corrente, sia esso ridotto, o no, a coltura; o pure incapace di esserlo.

Questi alvei dunque che intersecano, e solcano la superficie della terra, si chiamano col nome generale di *fiume*, abbenchè questo, più propriamente, convenga all' acqua che dentro vi scorre: sono però da notare alcune differenze, che talvolta aggiungono, o mutano le denominazioni, poichè le piccole acque per lo più originate da' fonti; si chiamano *rivi*. L' unione di diversi rivi si dice *fiumicello*, e l' unione di più fiumicelli diventa *fiume*. Se l' acqua di questi è continua, in maniera che mai non si scopra il fondo del tutto, si chiama *fiume perenne*; ma se qualche volta accade che resti affatto asciutto, si nomina *fiume temporaneo*. Fra' perenni ve ne sono di quelli che sono navigabili, o continuamente, o interpolatamente; o per natura, o per arte. I latini chiamavano *amnes* que' fiumi che sono navigabili da piccole barche; e *fluvii*, o *flumina* quelli che godono tal larghezza, e profondità di acqua da sostentare barche mediocri, e maggiori. Fra' fiumi temporanei si contano i *torrenti*, quelli cioè che portano le acque sole, che immediatamente ricevono dalle pioggie, o dal disfacimento delle nevi; e ad essi si attribuisce principalmente una rapidità, e velocità impetuosa, ed un crescere, e scemare improvviso a misura della durazione, ed abbondanza delle pioggie medesime.

L' unione di due fiumi si chima *confluenza*; e *fiume tributario* quello che nell' unirsi perde il suo nome, accomunandosi quello dell' altro, il quale se sarà navigabile, e porterassi a sboccare nel mare, dirassi *fiume reale*.

Hanno inoltre i fiumi alcune differenze prese dalla condizione del proprio fondo, e dalla correlazione che ha questo col piano delle campagne contigue. Se il fondo del fiume è ghiaroso, o sassoso, si dice *fiume in ghiara*; se arenoso, si dice *fiume in sabbia*; se paludoso, si dice *fiume paludoso*. Se il piano delle campagne è tanto alto, che le piene maggiori del fiume non arrivino a toccarlo, si chiama *fiume incassato*; se no, e che vi siano argini al fiume per sostenere le piene, si dice *fiume arginato*, o in tutto, o in parte; e mancandovi gli argini, dimodochè le piene si portino ad inondar le campagne, si chiama *fiume inondante*.

Sbocco, *bocca*, o *foce di un fiume* si chiama quel sito aperto, per lo quale esce dall' alveo proprio, siasi col mettere le sue acque in altro fiume, o nel mare, o altrove. Con li due primi vocaboli però s' intendono comunemente le uscite di tutti i fiumi anche tributarj; ma il nome di *foce* più propriamente, secondo alcuni, si dice de' fiumi reali, quando entrano in mare. Se un fiume divide il proprio alveo

in due, o più; allora ognuno di essi si dice *braccio*, o *ramo*; e se per tal divisione moltiplicata si perda l' alveo, allora ognuno de' detti rami piccoli, che sregolatamente si formano, si chiama *riazzo*, o *rivazzo*, o *rivolo*, secondo ch' egli è maggiore, o minore. E l' angolo fatto da due braccia di fiume sul dividersi, dicesi *divaricazione*, o *bivio*.

Isola è il terreno racchiuso fra due braccia del fiume medesimo, le quali doppoi tornino ad unirsi in un alveo solo, il piano superiore del quale se sarà tant' alto, che sopravanzi le piene maggiori, allora si dice propriamente *isola fluviale*, a differenza delle marittime; (1) ma se non sarà tant' alto, si dice più propriamente *bonello*, e ciò particolarmente s' egli è formato dalle alluvioni del fiume. Che se le braccia, o rami del fiume, dopo la divaricazione, non si uniscono più, ma portino le loro foci separatamente al mare, (2) in tal caso il terreno di mezzo si chiama *polesine*.

Accade sovente, che partendosi l' acqua dalle proprie fonti, non comincia ella a scorrere a stille, ma si raguna in qualche vaso naturale, o artificiale, prima di cominciare il suo corso sensibilmente; e questo vaso si chiama *vasca*, o *cratere*, o *ricettacolo del fonte*, siccome anco *capo*, o *testa d' acqua*.

Colla stessa significazione, ponno anco chiamarsi *crateri di uno*, o *più fonti*, quelle congregazioni di acque, che si chiamano *laghi*; ma per godere con proprietà di questo nome v' è necessaria una considerabile estensione, ed una conveniente profondità. Quindi è, che i laghi alle volte sono origine de' fiumi; ed alcune altre sono figli de' medesimi, qualunque volta, cioè corre un rivo, o fiumicello, o fiume dentro una cavità cieca, nella quale vi è bisogno che l' acqua notabilmente si elevi per poterne uscire. Egli è ben vero, che molte volte

(1) Queste isole che s' intendono sotto nome di *bonelli*, e da altri di *mezzani*, pare che propriamente ricevano tali denominazioni quando siano sì rare volte coperte dall' acqua del fiume, che possono ridursi in coltura, o che almeno si vestano d' erbe, e virgulti; perocchè quando non sono che una massa di ghiaja, o d' arena, o al più vi allignano solamente vetrici, ed altre tali piante, passano più propriamente sotto il nome di dossi, di renai, o di greti, ancorchè siano affatto staccati dalle ripe, e presi in mezzo fra due braccia di esso fiume. Può darsi, che per li cangiamenti di corso che succedono anche naturalmente ne' fiumi, e specialmente di prolungamento, o di raccorciamento della linea, un' isola fluviale torni a ridursi alla condizione di renajo, o al contrario un semplice renajo divenga isola, e ciò particolarmente dove i fiumi corrono in ghiaja, come si vedrà nell' annotazione 11 del cap. 6.

(2) Credesi questo nome derivato, e corrotto dal greco *polinesi*, che significa *molte isole*. Molti amplissimi, e fertilissimi spazj di terra sono fra le braccia del Pò, a' quali conviene tal nome, anzi tutto o quasi tutto il Ferrarese non è che un aggregato di polesini.

s' incontra, che la profondità del lago non serve per solo recettacolo al fiume entratovi, ma li somministra in oltre nov' acqua per le proprie vene; ed all' incontro, anche qualche volta ne disperde, e consuma; lasciandola uscire dalle rime, o voragini del proprio fondo, e somministrando nuova materia alle fontane, o sorgenti più basse. Quel lago che si conserva per le proprie sorgenti, e non tramanda fuori di se medesimo le proprie acque, si dice *lago chiuso*; ma se ne riceve delle forestiere, o tramanda le proprie, o le ricevute, si dice *lago aperto*; ed (1) il luogo per lo quale escono l' acque, chiamasi *emissario*, o *incile*; e quello per lo quale entrano, si potrebbe dire *immissario*. Le altre espansioni di acqua sopra la superficie della terra, che non hanno immediata comunicazione col mare, si chiamano *stagni*, o *paludi*, o *lagune*. (1) Gli *stagni*, o *paludi* sono acqua di poco fondo, e perciò gli stagni l' estate s' asciugano, e sono fatti dalle pioggie. Le *paludi* non si seccano affatto in tutto il corso dell' anno, e sono conservate dalle inondazioni de' fiumi, o dall' ingresso di qualche fiumicello, o torrente. Le *lagune* poi sono fatte dalle acque marine separate dal mare, col mezzo degli scanni, o staggi d' arena, col quale hanno solo la comunicazione, o per canali, o per aperture determinate, dalle quali sono ricevute le acque predette nel flusso, e tramandate nel riflusso.

Cadendo l' acqua d' un fiume da qualche luogo alto precipitosamente al basso, in maniera che l' alveo superiore sia considerabilmente più alto, che l' immediatamente inferiore; tale caduta si chiama *cataratta*, o *catadupa*, come sono quelle del Nilo, del Reno, e del Danubbio ec. e queste sono o naturali, o artificiali. (3) Queste ultime si chiamano anche *chiuse*, *traverse*, *pescaje*, o *sostegni*, e servono per far alzare l' acqua nella parte superiore del fiume, o per derivarla, o per servirsene ad uso di navigazione, o per far muovere diverse macchine idrauliche.

---

(1) Il nome d' *incile* pare che strettamente si soglia attribuire agli emissarj artificiali, più che a naturali, come a quelle chiaviche, dette dai latini *castella*, per li quali si deriva artificialmente dal fiume qualche quantità d' acqua.

(2) Ancorchè l' estensione delle paludi (che presso di noi più comunemente si denominano *valli*) scemi in tempo d' estate, e di scarsezza d' acqua, nulladimeno tutto quel ricinto, che in acque alte rimane inondato, o anche solamente inumidito, e però incapace di perfetta coltura suol dirsi *padule*.

(3) E in toscana anche *leghe*, *serre*, e qualche volta *steccaje*, o *steccate*, credo principalmente quando sieno fabbricate senza muro, di sole palificate, e tavole.

Il nome di *sostegni* benchè possa addattarsi a tutte le chiuse, comunemente si attribuisce a quelle fabbriche che sostengono l' acqua per frenare la rapidità del suo corso ad uso di navigazione.

Le acque derivate, o cavate da un fiume, o da un lago, scorrendo regolatamente per alveo proprio aperto di sopra, si chiamano *canali*, o *acquedotti*; ma più propriamente *acquedotto*, si dice quando l' acqua si fa correre chiusa, come dice Frontino „ *aut per cuniculos subterraneos, aut opere arcuato* „.

Per fine (1) l' unione delle acque piovane che scolano dalle pianure ne' fossi, e da questi in piccoli alvei, si chiamano *condotti, scoli, discursorj*, o *tratturi*, e sono come piccioli fiumicelli formati nelle pianure, e per lo più manufatti, che vanno a terminare o in fiumi, o in paludi, o nel mare. Ed ultimamente col nome di *fossa*, o *cavo* s' intende un' escavazione fatta in lunghezza, che contenga, o sia atta a contener acqua stagnante, o per uso di navigazione, o per difesa di Città, e Fortezze ec.

CAPITOLO QUARTO

Del principio del moto nelle acque correnti, e delle regole di esso più principali.

Dopo di avere ne' tre soprapposti capitoli dichiarato abbastanza tutto ciò che si è creduto necessario, tanto per istabilire un sodo fondamento al presente trattato, quanto per erudire chiunque ha in animo di professare la materia delle acque; egli è ormai tempo, che insinuandoci più a dentro nella parte dottrinale, ci mettiamo a cercare quale sia la causa principale del moto nelle acque correnti, o ne' fiumi.

Che *il moto delle acque sia effetto della gravità*, si renderà manifesto a chi semplicemente farà riflessione, che l' acqua egualmente con gli altri gravi solidi, tende verso un centro a questi, e ad essa comune; quindi ne nasce, che o consistendo la gravità in una naturale inclinazione che ha la materia tutta elementare, di tenersi strettamente unita al globo terracqueo; o pure dipendendo la medesima da un impeto impresso a tutte le menome particelle materiali, dalla sostanza eterea; è d' uopo credere, che congenea alla gravità de' solidi, sia anche quella de' fluidi, e che con le medesime regole operi in ispignere al basso e gli uni, e gli altri.

È però vero, che le diverse affezioni de' corpi, siccome variano le proprietà di essi; così fanno, che in alcuni casi *diversamente si*

(1) In qualche luogo di Lombardia vengono anche detti *serie*, o *seriole*, e nella campagna di Roma, ed altri luoghi circonvicini si sogliono chiamare *forme*, *formoni*, o *formali*: nome ritenuto dall' antico latino con cui gli scolatoj de' campi si chiamavano *formae agrorum*.

esercitino le impressioni ricevute dalla gravità; onde non è maraviglia, se alcuni hanno creduto non potersi addattare a' corpi liquidi, le regole dimostrate dal Galileo, circa le cadute de' gravi, vedendo che queste non riescono sempre così precise come ne' solidi. Quindi è, che per potere camminare con piè sicuro sarà bene, prima d' ogni altra cosa, di considerare tutto quello, in che convengono, e disconvengono le leggi delle cadute de' solidi, e de' fluidi.

È dimostrato dal Galileo, che *un grave il quale discenda liberamente per una linea perpendicolare verso il centro de' gravi, avrà in ogni punto della linea che descrive, tali velocità che tra loro saranno in proporzione subduplicata;* o che è lo stesso, dimidiata *di quella che hanno le lunghezze delle discese computate dal principio della caduta*. Per esempio, se il grave A (*fig.* 8.) comincierà a discendere dal punto A, e col suo centro descriverà la linea AB; anderassi da A in B, sempre accrescendo la velocità, in maniera che la velocità ch' egli avrà in C, a quella che avrà in B, sarà in proporzione subduplicata delle discese AC, AB; ovvero (che torna il medesimo) le discese AC, AB staranno fra loro in proporzione duplicata delle velocità in C, ed in B, ovvero come i quadrati delle velocità predette.

Esponendo adunque le velocità in C, ed in B per due linee rette perpendicolari alla AB, ed allungandole in D, ed E, di maniera che i loro quadrati abbiano la medesima proporzione che ha AC, ad AB; saranno i punti E, D in una linea parabolica, il cui vertice sia A, e l' asse AB, essendo una delle principali proprietà di essa linea, che le semiordinate CE, BD abbiano la proporzione subduplicata, o dimidiata delle saette AC, AB. Quindi è, che per avere un' idea di tutti i gradi di velocità, per li quali passa un grave cadente dall' alto al basso, basta dal principio della caduta descrivere una parabola che abbia per asse la perpendicolare ch' egli ha da descrivere; poichè allora le linee tutte tirate da ogni punto di essa perpendicolare, e terminate alla circonferenza parabolica, purchè ad angolo retto con la AB, esprimeranno ciascheduna la velocità, che avrà il grave nel punto, che ad essa appartiene.

Che *se un grave* A (*fig.* 9.) *in vece di cadere per la perpendicolare* AB, *sarà obbligato a discendere per lo piano inclinato* AC; *in ogni punto della sua discesa, come in* D, *avrà quel grado di velocità, che avrebbe cadendo da* A *verso* B, *arrivato che fosse al punto* E, *cioè a quello nel quale la linea* AB *è tagliata dall' orizzontale* DE, e similmente in C avrà quella velocità, che avrebbe cadendo da A in B. Quindi è, che in due maniere si possono esprimere le velocità del grave discendente per lo piano AC; cioè, o descrivendo la parabola BAG circa l' asse AB, o pure l' altra parabola CAI circa l' asse CA;

nell' una, e nell' altra delle quali le semiordinate mostreranno la proporzione delle velocità ne' punti corrispondenti.

Tutto ciò è vero, ogni volta che il grave discenda, senza che alcuna cosa gli resista; e perciò *le proposizioni predette non ponno esattamente verificarsi, che rispetto ad un grave, che cada per un mezzo non resistente*, se pure si ritrovi; ovvero nel voto, se in esso si dasse la gravità, e la discesa de' gravi. Ma nelle cadute che appresso di noi si osservano, come che esse per lo più si fanno nell' aria, non può la detta proporzione avere il suo intiero, ma resta qualche poco alterata; attesochè, ostando l' aria (per la sua grossezza, e per la repugnanza che ha all' essere divisa) al moto de' corpi assume in se una parte dell' impressione, ed altrettanta ne leva al mobile; e perciò non può la gravità imprimere ne' gravi cadenti tutto quel grado di velocità, che per altro loro darebbe, levata che fosse la resistenza del mezzo.

Restano dunque *in fatti le velocità qualche poco minori di quello che richiede la natura della parabola*, della quale essendo una proprietà, che dividendosi l' asse in segmenti eguali, e tirandosi per le divisioni le semiordinate, non siano le differenze di queste, eguali in ogni parte, ma bensì maggiori, quanto più le semiordinate predette sono vicine al vertice della parabola; ed essendo la resistenza dell' aria sempre la medesima, se non maggiore, quanto più violento è il moto; ne segue che sul principio della caduta, può darsi il caso che l' effetto della resistenza dell' aria sia insensibile; e per conseguenza rimanga manifestissimo l' acceleramento, anche sensibilmente nella proporzione accennata, ma che (1) *dopo un certo spazio di discesa* (quando, cioè la differenza delle velocità sia resa minore) *la resistenza dell' aria comincj ad operare sensibilmente, sinchè pareggiando essa la forza accelerante, impedisca, che la velocità più s' accresca, e perciò da lì avanti il moto si renda equabile.*

---

(1) Stimò l' autore col Galileo, che il moto de' gravi cadenti per l' aria si riducesse dopo qualche tempo all' equabilità. Ma quì è da avvertire, che sebbene nella discesa di ciascun corpo si può figurare un grado di celerità massima, oltre la quale mai non possa aumentarsi il suo moto, pareggiandosi allora la forza della gravità alla resistenza del mezzo, e con ciò distruggendosi la forza accelerante, che consiste nell' eccesso di quella sopra questa (e tal velocità massima sarebbe quella, che per l' appunto basterebbe all' aria, o al vento che si facesse soffiare allo insù per tener sospeso quel corpo, senza che potesse cominciare a discendere) nulladimeno non può giammai la velocità del corpo cadente arrivare a quel tal grado, se non dopo un tempo infinito, come dopo l' Ugenio, il Leibnizio, e il cavalier Newton, hanno dimostrato altri moderni matematici, e specialmente il sig. Varignon, almeno in tutte quelle ipotesi che loro è caduto in mente di esaminare intorno alla legge delle resistenze, cioè al rapporto di esse colle

Per maggiore intelligenza di ciò, suppongasi che nel progresso della caduta di un grave, la resistenza dell'aria si accresca secondo qualunque data proporzione; dimodochè, in vece che le linee esprimenti i gradi della velocità, cadano co' loro estremi nella linea parabolica AHMI (*fig.* 9.) (come porterebbe la natura del moto accelerato) restino accorciate, e terminino alla curva APNO, la quale anderà sempre scostandosi dalla parabolica, secondo la proporzione degli eccessi, o differenze fra le volocità non impedite, e le impedite. Per cagione dunque della discesa, le velocità sempre si accrescono, e corrispondentemente, a cagione della resistenza dell'aria, sempre si diminuiscono. Ma perchè le differenze delle velocità libere DH, LM, CI appartenenti a' punti dell'asse D, L, C presi a distanze eguali DL, LC (che devono intendersi infinitamente picciole) sempre sono minori, cioè IO minore di MN; ne segue, che l'aumento della velocità verrà a farsi una volta sì picciolo, che la resistenza dell'aria, resa sempre maggiore, verrà a pareggiarlo; e per conseguenza potrà impedire ogni ulteriore accelerazione. Ciò posto, perchè la resistenza dell'aria non cresce per altra cagione, che per l'accrescimento della velocità nel mobile; non crescendo più questa, ne meno si aumenterà quella: e però pareggiata l'energia dell'acceleramento con quella del resistente, continuerassi bensì la discesa, ma col ritenersi il grado di velocità acquistato; e perciò il moto si ridurrà all'equabilità.

Vi è anche un'altra cagione, oltre la predetta del moto equabile, al quale finalmente si devono ridurre i gravi cadenti; e si deduce dal considerare, che il Galileo assume per principio della sua dottrina del moto accelerato, che *i gravi cadenti aggiungano a loro medesimi in tempi eguali, gradi di velocità eguali*; ed essendo sentimento assai ragionevole, che gli sforzi della gravità non provengano da una

---

velocità; onde siegue, che i gravi mai non possano giugnere in virtù della resistenza dell'aria al moto equabile, ma perpetuamente debbano andarsi accelerando, comecchè tale accelerazione si riduca a poco a poco ad essere insensibile.

Ciò non ostante vedremo nelle note seguenti, che la supposizione presa dal nostro autore niente deroga nella sostanza alla dottrina che egli espone appresso intorno al corso delle acque; e molto più, perchè nella presente materia non tanto fa d'uopo considerare la resistenza dell'aria (che poco, o nulla ha che fare col corso de' fiumi ne' loro alvei) quanto le altre resistenze che dipendono dagli ostacoli che s'incontrano nelle ripe, e nel fondo, e da simili impedimenti, i quali nelle cadute de' corpi solidi che sdrucciolassero lungo que' piani, basterebbero talvolta non pure ad impedire l'accelerazione, ma come l'esperienza dimostra a rallentarne positivamente il moto, ed anco a spegnerlo affatto; e lo stesso seguirebbero ne' fluidi, se questi nell'accumularsi che fanno pel loro ritardamento, non trovassero modo di superare gl'impedimenti, come più sotto si spiega in questo medesimo capo.

forza intrinseca ad essi, ma bensì da una potenza esterna; acciochè questa operasse sempre della medesima maniera nel mobile, sarebbe necessario ch' essa lo trovasse nel secondo tempo nelle istesse condizioni del primo; dimanierachè la potenza motrice avesse sempre la medesima proporzione alla resistenza del mobile in ogni tempo. Ciò però non può essere, se non si suppone la potenza movente infinita, perchè in tal caso qualunque fosse la velocità del mobile, si dovrebbe esso considerare, come in una perfetta quiete; ma supponendo la forza predetta finita, egli è evidente, che questa alla resistenza del mobile quieto, avrà una proporzione che non potrà avere al medesimo, quando esso sarà costituito in qualche grado di velocità; e perciò meno aggiungerà nel secondo tempo, che nel primo; meno nel terzo, che nel secondo ec. e finalmente *non potrà mai imprimere nel mobile velocità maggiore di quella che la medesima forza possiede;* dal che ne viene, che *giunto che sarà il mobile a quel grado di velocità, che non può accrescersi; necessariamente sarà ridotto all' equabilità, ancorchè il moto s' intenda libero da ogni resistenza*. Egli è però vero, che la forza producente la gravità, può essere tanto grande, che non ostante che ella sia finita, abbia sempre sensibilmente la medesima proporzione al grave, o in quiete, o in moto che sia; nel qual caso la dottrina dell' acceleramento de' gravi, non riceverebbe alcuna sensibile alterazione, come in fatti si vede corrispondere assai esattamente all' esperienze che se ne fanno.

Supposta dunque la stessa dottrina, egli è chiaro, che *se il moto de' gravi potesse farsi nel voto; i corpi più, o meno gravi che fossero, caderebbero colla medesima velocità, e passerebbero per li medesimi gradi di accelerazione;* posciachè essendo la materia di tutti i corpi omogenea, ed essendo la forza che la spinge al basso, la medesima di tutta l' altra materia; sarebbero tutte le parti di essa nel principio della caduta affette della medesima potenza; e non potendo nel voto diversificarsi il moto per alcuna resistenza, non vi sarebbe alcuna ragione, per la quale la caduta d' un corpo dovesse farsi d' una maniera diversa da quella di un altro. Ma come che tutti i moti si fanno dentro qualche mezzo fluido, dipendono molto dalla condizione di questo le affezioni de' moti medesimi.

Concorre perciò al farsi d' una caduta per l' aria l' eccesso della gravità specifica del mobile sopra quella dell' aria; poichè egli è certo, che il fuoco meno grave di essa, non discende, ma ascende, e così *il legno galleggia sull' acqua, perchè il di lui peso specifico è minore di quello dell' acqua medesima;* e la ragione si è, che il fluido toglie tanto di peso assoluto al corpo, quant' è il peso pure assoluto d' una mole del fluido eguale a quel corpo: e perciò, quando il mobile è specificamente meno grave del fluido, ha il fluido per

discendere al basso più d'energia, che non ha il mobile; e conseguentemente lo sforza ad ascendere, o non gli permette di discendere: e così *quando siano eguali i pesi specifici, non succederà nè ascesa, nè discesa;* ma bensì facendosi l'equilibrio, consisterà il mobile egualmente in tutti i luoghi del fluido. Ma *quando la gravità specifica del corpo è maggiore di quella del mezzo, allora esso discende, come se fosse un corpo di peso assoluto tanto minore, quanto vale la mole predetta del fluido*, e perciò come che il peso assoluto maggiore, o minore de' corpi, non influisce punto in renderli più o meno veloci, come si è spiegato di sopra; ne nasce che *ne' gravi cadenti ne meno ha luogo per fare l'accelerazione diversa il maggiore, o minore peso specifico.*

Ben è vero *che il maggior peso assoluto de' corpi compone una maggiore potenza di superare le resistenze che loro s'oppongono*, e la ragione si è, che ricevendo tutti i minimi della materia, eguali le impressioni della gravità; quanto più di numero essi sono (che è lo stesso che dire, quanto maggiore è la loro gravità assoluta) tanto maggiore è il momento, col quale essi spingono i corpi che incontrano; e conseguentemente tanto più facilmente superano le resistenze: il che ha luogo molto più ne' semplici conati della gravità, che ne' moti accelerati.

Egli è anche vero, che *se la mole de' corpi sarà grande, grande altresì sarà la resistenza che essi riceveranno dal fluido dentro il quale si muovono;* e perciò maggiormente resiste l'aria al moto di una sfera, v. g. di sei libbre, che ad una di tre; ma se si avvertirà, che *i pesi assoluti sono proporzionali alla materia, ed a' corpi, cioè*, intendendoli sotto figure simili, *in proporzione triplicata de' lati omologhi*, e che *le superficie* degl'istessi, dalle quali sono regolate le resistenze, *sono tra loro in proporzione solamente duplicata de' lati medesimi*; facilmente si dedurrà, che crescendo le forze di superare le resistenze più di quello che all'accrescersi della mole, e del peso s'aumentino le dette resistenze; *se maggiore sarà il peso assoluto del grave, maggior anche sarà la forza di esso per superare la resistenza dell'aria.* Quindi è che i *corpi di poco peso, ma di superficie assai grande, cadendo da alto, giungono all'equabilità del moto, molto più presto di quello che facciano i corpi più gravi compresi da superficie in proporzione minore;* onde non è maraviglia, se una foglia di oro battuto lasciata cadere dall'alto di una torre, si veda svolazzare per l'aria, e consumare molto tempo prima di arrivare a terra, e più presto giungervi una sferetta della medesima materia, e dello stesso peso; e perciò non a ragione della maggiore, o minore gravità assoluta, o specifica de' corpi; ma solo per l'effetto che fanno in essi le resistenze maggiori, possono riuscire diversi ne' gravi cadenti, i gradi delle velocità acquistate.

E perchè il peso assoluto de' corpi gravi posati sopra i piani inclinati non s'esercita tutto nella discesa di essi, ma una parte ne viene levata dalla resistenza obbliqua che loro fa l'inclinazione del piano, di modo che il momento in AC (*fig.* 9.) a quello che avrebbe gravitando per AB, stia come AB ad AC; ne siegue, che *posato un grave sopra il piano inclinato* AC, *non avrà tanta forza per superare la resistenza dell'aria, quanta avrebbe discendendo per la perpendicolare* AB, *e perciò tanto più presto arriverà all'equabilità*, e paragonando insieme due piani eguali, e diversamente inclinati, farassi più facilmente, e più presto il moto equabile in quello che avrà minore l'altezza AB, o che è lo stesso, in quello nel quale l'angolo ACB sarà più acuto.

(1) Tanto *più s'impedirà l'accelerazione del moto d'un grave cadente per un piano inclinato, se la di lui superficie, o quella del piano avranno delle inegualità, e delle asprezze*: poichè tutti i risalti del piano serviranno per altrettanti ostacoli alla discesa; siccome

(1) Quì si vuol notare, che secondo alcuni corre una diversità essenziale fra la resistenza del mezzo (a cagion d'esempio dell'aria) e quella che nasce dalla scabrosità della figura de' gravi, o dall'asprezza del piano per cui scorrono; perchè laddove la prima ragionevolmente si suppone sempre andarsi aumentando a misura che cresce la velocità del mobile (qualunque poi sia la proporzione di tale aumento, intorno a che diverse sono le ipotesi degli Scrittori), al contrario le resistenze che nascono dall'asprezza della figura del corpo, o da' risalti del piano (quand'anco questi si suppongano per tutto uniformi) o non serbano alcun particolar rapporto colle velocità, o tal rapporto non è per avventura lo stesso che ha luogo nella resistenza dell'aria.

L'Ermanno nel lib. 2 della foronomia §. 477 chiama tali resistenze assolute, cioè indipendenti dalle velocità, perciocchè una tal sorta d'impedimenti toglie sempre egual parte di forza al mobile, o si muova questo con una velocità, o con un'altra, e ciò supposto, trattando poscia nel §. 494 d'un solido, che cadendo lungo un piano non soffra altra resistenza, che quella delle asprezze uniformi, riduce un tal caso a quello della gravità costante, mentre diffalcando sempre da questa la quantità della resistenza anch'essa costante, la forza che rimane, e che è quella che ad ogni istante sollecita il corpo, sempre si manterrà d'una istessa misura, comecchè minore dell'intera gravità, e per conseguente dovrà sempre andare accelerando il corpo, ma per gradi minori di quello che avrebbe fatto la gravità senza tal resistenza.

Ma il sig. Varignon nelle memorie dell'Accademia Reale delle Scienze del 1707 in una nota, che aggiugne dopo il corollario 7 del problema 3 della sua dissertazione sopra i moti fatti ne' mezzi resistenti, considerando la resistenza che dipende dalle asprezze uniformi essere proporzionale, non già al tempo (come pare che il sig. Ermanno la figuri nel precedente discorso) ma bensì allo spazio corso dal mobile in un dato tempo minimo (per essere in fatti tanto maggiore il numero dei risalti, che sempre detraggono egual parte di forza al mobile, quanto più lungo è lo spazio corso, giacchè tali risalti si suppongono per lo stesso spazio uniformemente distribuiti) conchiude, che la resistenza sarebbe verisimilmente

tutte le asprezze, colle quali il mobile incontra detti ostacoli, saranno sempre di tanto maggiore impedimento all'accelerazione. Quindi è, che essendo minore il contatto della sfera R col piano AC, di quello sia il contatto del prisma S col piano medesimo; minore ancora sarà l'impedimento al discendere della sfera, che del prisma; e perciò generalmente; *quanto maggiori saranno gl'impedimenti alla discesa, tanto minore sarà l'ultimo grado di velocità acquistato dal mobile, prima di ridursi al moto equabile*, e tanto più presto questo si otterrà.

(1) *Se un grave che discenda per un piano* AB (*fig.* 10.) *inclinato ne incontrerà un altro* BC *meno inclinato* (parlo teoricamente, e

---

come la velocità attuale del corpo a ciascun tempo; e però anche l'impedimento delle asprezze produrrà una resistenza, che non potrà dirsi assoluta, ma che avrà dipendenza dalla velocità, comecchè non abbia per avventura a questa il medesimo rapporto che vi ha la resistenza dell'aria. È ben vero, che se le resistenze nate dalle asprezze consistono (come le spiega il sig. Pitot nelle memorie del 1730) in tanti ribalzi, seguiranno forse altre leggi.

Comunque sia è manifesto, che tanto nell'una quanto nell'altra di queste due ipotesi dovranno i corpi solidi cadenti per piani inclinati sempre andarsi accelerando non ostante le asprezze uniformi che vi incontrano, e così pure dovranno fare le acque de' fiumi nella loro discesa, non ostante il soffregarsi che fanno colle ripe, e col fondo. Egli è ben vero, che la difformità di tali impedimenti congiunti cogli altri che incontrano i fiumi, come le diverse inclinazioni degli alvei, gli scoglj, e i sassi che gl'ingombrano fra le montagne, le cascate dalle pescaie, il cangiamento delle larghezze, l'obbliquità delle ripe, i ribalzi, e le riflessioni dell'acqua, l'impeto dei fiumi tributarj, e simili altre cagioni ponno non pure impedire l'accelerazione, ma indurre positivo rallentamento nel corso delle acque, come poc'anzi si è notato.

(1) Questo pure fu insegnamento del Galileo, ma non è poi stato trovato vero da chi dopo di esso ha meditato sopra tal materia. Osservò il sig. Varignon, che la velocità del mobile nel suo passaggio nel nuovo piano dee necessariamente diminuirsi, e ridursi rispetto alla primiera velocità, in ragione del sino del compimento dell'angolo, che comprendono fra loro i due piani al sino totale. Allora solo un grave in qualsivoglia punto del suo viaggio inclinato all'orizzonte, avrebbe la stessa velocità che compete al punto corrispondente del perpendicolo, quando la linea inclinata del detto viaggio fosse o una sola retta, o una curva continuata, o pure una porzione di curva congiunta ad un'altra linea tangente retta o curva; ma non così ove ad un piano ne succeda un altro, che col primo comprenda un angolo assegnabile. Veggansi intorno a ciò le proposizioni 7 e 8 delle utilissime annotazioni del padre abate Grandi al trattato del moto accelerato del Galileo.

Ma ne qui pure si dee temere, che nasca alcuno sconcio a quello che sul fondamento predetto insegna l'autore intorno al movimento dei fiumi. Solamente nel caso che essi scendano per diversi piani inclinati, si dovrà aver riguardo alla predetta diminuzione della velocità, considerando il cangiamento dell'inclinazione per uno di que' tanti impedimenti che l'acqua incontra negli alvei de' fiumi, e che concorrono a scemarne la velocità.

prescindendo dalle resistenze) *acceleratosi per* AB, *continuerà ad accelerarsi per* BC; *ma più lentamente, dimodochè in tutti i punti* D, D *abbia la velocità medesima, che avrebbe avuta ne' punti* E, E *corrispondenti, cadendo perpendicolarmente per* AE. E se *al fine de' piani inclinati, succedesse un piano orrizzontale* CF, *non farebbe per esso alcuna accelerazione;* ma solo vi conserverebbe il grado acquistato nel punto C, col quale correrebbe equabilmente per lo piano CF. In oltre, *se il mobile* arrivato che fosse in B, o in C, *trovasse qualche ostacolo, o causa che rivoltasse la di lui direzione all'insù,* o per la perpendicolare BG, o per l'inclinata BH, *senza levarli alcuna parte della velocità acquistata*; è certo che *il grado di velocità dovuto al punto* B, *sarebbe bastante a ricondurlo, o per l'una, o per l'altra strada, sino alla medesima altezza, dalla quale prima partì,* cioè sino all'orizzontale AH, di moto però ritardato (cioè che procedesse, diminuendosi coll'ordine medesimo, retrogradamente per li gradi dell'accelerazione) finchè, riportato in I, tornasse a quel grado di velocità, che primo avea in D, o in E, e perciò siccome in A non avea il mobile alcuna velocità, così giunto in H, o G fosse tornato alla quiete.

Ma *mettendo a conto le resistenze, non è mai possibile che il mobile ne' punti* D, D *abbia la stessa velocità che in* E, *ma sempre qualche cosa di meno,* e maggiore sarà la differenza ne' punti del piano BC. Quindi è che *arrivato in* B, *non sarà bastante il grado acquistato a riportare il mobile sino all'orizzontale* AH; perchè, oltre la resistenza incontrata nella discesa AB, e dall'aria, e dal piano inclinato, dovrà per risalire verso l'orizzontale AH, incontrarne altrettanta; e perciò tanto maggiormente diminuire i gradi di velocità, che prescindendo da quest'ultima resistenza, ne meno sarebbero stati bastanti per arrivare all'orizzontale AH; e quindi è, che prima di arrivarvi, avrà perduta tutta quella velocità che avea acquistata per la discesa AB. Molto maggiore sarebbe la differenza, se l'ostacolo trovato in B, a cagione del quale s'intende fatta la riflessione in BH, avesse levata, come succede, una parte della velocità al mobile; poichè egli è ben evidente, che il grado in B dovuto alla discesa libera AL, impedito che sia dalle accennate resistenze nel discendere per AB, e dalle medesime nell'ascendere per BH; se in oltre sarà scemato in B per l'ostacolo riflettente, di tanto minor forza sarà; e per conseguenza resterà appena atto a ricondurre il mobile alla metà, o alla terza parte dall'altezza BG.

Che se prima di avere compita la sua ascesa per la linea BH, *troverà il grave qualche ostacolo che l'obblighi a rivoltarsi all'ingiù nuovamente,* come per lo piano IK, *con qualche velocità residua di quella ch'avea antecedentemente; tornerà egli nella discesa* per IK, *ad accelerarsi,* come per appunto se egli avesse scorso il piano IK

prolungato all' insù in M; e scendendo da M in I, avesse acquistato in I quel tal grado di velocità, che gli restò nel cominciare a discendere per IK; il che è vero da qualunque causa dipenda la velocità in I; cioè, o sia acquistata cadendo, o pure impressa da forza esterna; con questa regola però, che se in I sarà un grado di velocità maggiore di quella che avrebbe il grave, ridotto che fosse al moto equabile scorrendo per lo piano IK; allora il moto in vece di accelerarsi, si ritarderà sino ad acquistare l' equabilità medesima.

Egli è perciò manifesto, *che se un grave avesse nel discendere da scorrere per diversi piani inclinati*, come ABCDEFGH (*fig.* 11.), *per alcuni de' quali avesse il moto discensivo, e per gli altri il moto ascensivo, riuscirebbe bensì difficile*, e forse impossibile (senza una esatta cognizione di quanto possano le resistenze che s' incontrano ora maggiori, ora minori) *il determinare le velocità del mobile in tutti i punti del di lui viaggio; ma non perciò si concluderebbe con verità, che le leggi del moto de' gravi cadenti, non avessero luogo*, o non si osservassero *nella discesa di quello*.

Passando da' corpi solidi a' fluidi, bisogna ridursi alla memoria quanto si è detto nel primo capitolo, cioè che i corpi solidi hanno le parti tutte collegate insieme; e perciò, abbenchè siano composti di più pezzetti di materia, nulladimeno devono essere considerati come una cosa sola, *non potendo un solido moversi di moto semplice, o rettilineo, se tutti i punti*, per così dire, *della mole di esso, non concepiscono un impeto eguale*, che in ognuno d' essi cagiona altresì eguale, ed uniforme la velocità, altrimenti è necessario che si spezzino. Quindi è, che gli statici tutti assegnano a' corpi solidi un certo punto, dentro o fuori della loro mole, che chiamano *centro di gravità*; (ch' io piuttosto direi *centro dell' impeto*, perchè in esso s' equilibrano, tanto i momenti della gravità, quanto tutti gli altri delle potenze moventi) dal qual centro viene descritta la linea del moto.

Ma perchè i corpi fluidi sono un ammassamento di particelle solide, minutissime, e non legate insieme; succede che (1) *ogni parte di essi*

(1) Non ostante che le diverse parti d' un fluido possano avere velocità, e direzioni diverse, a differenza di quelle d' un solido, tuttavia trattandosi di un corso d' acqua, o sia per aria, come ne' getti, o lungo un letto, come ne' fiumi, si può in ciascuna sezione intendere una direzione mezzana fra tutte, cioè quella secondo cui si move la maggior parte delle linee, o fila dell' acqua, e quella si prende per la direzione universale di tutta l' acqua, e si può parimente figurare una velocità media aritmetica risultante dal ragguaglio delle varie velocità delle diverse parti, e questa s' intende per velocità media, come si è accennato nell' annotazione 5 del capo 1. In tal senso si vuol prendere e il detto finora, e quello che si dirà appresso delle velocità, e delle direzioni delle acque, ove espressamente non si distingua o la direzione, o la velocità d' una parte di una sezione da quella dell' altra.

può muoversi con direzione, e velocità diversa dall' altre; e perciò ne' fluidi niegano gli statici medesimi, trovarsi alcun centro di gravità; non perchè anch' essi non siano gravi, o non siano obbligati a seguire le leggi universali della gravità; ma bensì, a mio credere, perchè siccome non può assegnarsi un centro solo comune a' più solidi staccati uno dall' altro (che però non abbiano alcuna dipendenza, o cospirazione ne' proprj moti) ma bisogna ammetterne tanti, quanti essi sono; così trattandosi di un fluido (che non è altro che un ammassamento di più corpi, ognuno in libertà di moversi da se solo) non si può dare il centro di gravità all' unione, o al numero delle parti; ma bisogna considerarlo in ognuna di esse separatamente; come è manifesto in una massa di miglio, le cui granella non sono obbligate a seguitare il moto l' una dell' altra, ne ad avere alcuna dipendenza dal centro di gravità, che potrebbe assegnarsi alla figura, sotto la quale la predetta massa fosse compresa. Accade però qualche volta che il moto de' fluidi abbia qualche relazione al centro di gravità della figura, ma ciò è solo per accidente, e quando alcune delle parti del fluido, sono da qualche circostanza sforzate a seguire il moto delle altre.

(1) Dovendo perciò ognuna delle parti d' un fluido considerarsi come un corpicciuolo solido, e grave; non vi è alcuna ragione che non persuada dovere esso discendere al basso colle leggi medesime, che osservano i solidi maggiori, e perciò per quanto è in lui, accelerandosi di moto, secondo la proporzione delle semiordinate alla parabola; il che si dee intendere non solo nelle discese perpendicolari, ma ancora in quelle fatte per li piani inclinati.

Ho detto *per quanto è in lui*; attesochè la resistenza dell' aria, non v' ha dubbio, opera molto ad impedire l' acceleramento, sì per la sua naturale adesione, o viscosità, sì per la picciolezza del corpicciuolo predetto, che perciò da se solo non potrebbe nemmeno discendere per l' aria; ma vi resterebbe sospeso nella medesima maniera che fanno i vapori, se con la compagnia di altri simili, i quali succedendo l' uno all' altro, s' aiutano vicendevolmente, non restasse finalmente superato l' ostacolo dell' aria predetta. Che dall' unione di

(1) Non è punto necessario obbligarsi a far concetto de' fluidi, come di aggregati di corpicciuoli solidi, potendosi verificare nella sostanza tutto ciò, che in questo trattato s' insegna, ancorchè le parti minime de' fluidi si considerassero come fluide. È bensì necessario supporle gravi, e prendere almeno per ipotesi, che ciascuna parte nello scendere abbasso, prescindendo dagli impedimenti, si acceleri con quella legge, con cui si accelerano i solidi, quand' anco si lasciasse in dubbio, se ne' medesimi tempi dopo la quiete passassero per li medesimi gradi di celerità, che questi. Vedi intorno a ciò l' annotazione 3 del capo 1.

più corpicciuoli d' acqua ciò succeda, è necessario per due ragioni: primieramente, perchè 'l corpo che risulta da' componenti dell' acqua, cioè l' acqua medesima, è più grave in ispecie dell' aria, e perciò è atta a superare la di lei resistenza: e secondariamente, perchè unendosi insieme più particelle di acqua, viene il composto a crescere di peso assoluto, più di quello s' accresca la di lui superficie; e conseguentemente viene a scemarsi in proporzione la resistenza; quindi è che successivamente accresciuta la potenza operante, e scemata maggiormente in proporzione la resistente, è necessario che finalmente la prima superi la seconda, e perciò che l' acqua discenda per l' aria.

Questi effetti della separazione, ed unione delle particelle dell' acqua, sono da noi cotidianamente osservati nell' ascendere che fanno i vapori, e nel cadere delle pioggie; posciachè non essendo altro il vapore semplice che acqua rarefatta, o più propriamente che particelle d' acqua minime, e disunite: è facile che ogni moto dell' aria le porti alla parte superiore, dalla quale non potendo partirsi, per lo poco peso, e gran superficie, cioè per la gran resistenza che trovano, stanno come notando dentro l' aria medesima, ed ubbidiscono al pari delle di lei parti, agl' istessi moti, da' quali ella viene agitata. Ma perchè le agitazioni dell' aria si fanno, non solo per linea retta, secondo la direzione de' venti; ma anche a modo di fermentazione, come vediamo nelle particelle polverose dell' aria medesima che s' incontrano in uno spiraglio di sole; succede che a cagione del moto, direzione, e contrasto de' venti, delle materie minerali ch' essi portano, e della costituzione calda, o fredda dell' aria, vengano ad unirsi insieme le particelle acquee, le quali ridotte in gocciole, o sensibili, o insensibili, superano la resistenza dell' aria, e cascano al basso, in forma, o di rugiada, o di pioggia. Non v' ha dubbio, che quanto maggiori sono le goccie della pioggia, non cadano esse anche con maggiore velocità, il che siccome è facile da osservarsi, così non è punto difficile di renderne la ragione, per le cose dette di sopra; poichè quanto maggiore è di peso assoluto il corpo cadente, tanto più tardi si riduce all' equabilità del moto; e perciò accelerandosi il medesimo maggiormente in tempo più lungo, ne siegue, che dopo acquistato il moto conservi in se un grado di velocità maggiore: ed essendo probabile, che per lo più la velocità della pioggia sia equabile, allor ch' è vicina a terra; perciò o paragonando le goccie cadute da eguale altezza; o pure l' una all' altra, ridotte che siano a velocità equabile; il grado di questa sarà più grande nella goccia maggiore, che nella minore. Se però la goccia grande venisse da poca altezza, e la goccia piccola da altezza maggiore, può darsi il caso che questo fosse più veloce dell' altra, siccome in questo particolare ha molto

luogo l' azione del vento, che alle volte accresce, alle volte sminuisce la velocità della pioggia.

Siccome un grano di polvere posato sopra di un piano, quantunque molto inclinato, e ben terso non esercita sopra di esso alcun moto, abbenchè sia un corpo solido; così *una goccia piccola di acqua posta in un simile piano, non potrà discendere al basso*; ma siccome da più grani di polvere si può comporre un cumulo maggiore, e più grave, che non possa di meno che muoversi, posto che sia sopra del piano medesimo; così *accrescendosi la quantità dell' acqua, sarà necessario ch' anch' essa discenda*. Ben è vero che *potrà un impedimento fare, che il grave solido s' arresti intieramente, e non potrà facilmente fermare il fluido*. Per esempio, se sopra del piano AE poserà la sfera DBC (*fig.* 12.), la quale incontri l' ostacolo FC, che sia almeno tale, che tra il punto del contatto D, ed il punto C sommo dell' ostacolo, stia di mezzo la linea di direzione IH; o almeno non sia dalla parte inferiore del punto C, allora la sfera DBC non si muoverà punto: e la ragione si è, che non può la sfera muoversi al basso, se il centro di gravità I non discende, il che non è possibile, se la sfera DBC non sormonta l' impedimento; nel qual caso dovrebbe il centro I descrivere la circonferenza di un circolo circa il punto C, e trovandosi IH tra' punti D, C alzarsi: il che è impossibile succeda per la sola forza della gravità. Ma se la sfera DBC, che nel caso predetto, può intendersi di ghiaccio, s' intenderà tutta ad un tratto squagliarsi in acqua, cioè a dire, trasmutarsi dall' essere d' un corpo solido, a quello di un fluido; non potrà l' ostacolo FC impedire che l' acqua non discenda, almeno in parte. Ciò farassi, perchè levato che sia nello squagliamento il legame che avevano le parti del solido insieme, potranno discendere quelle che attualmente non saranno impedite, per appunto come farebbesi se la sfera si supponesse composta di grani d' arena, o di miglio prima collegati insieme da qualche corpo viscido, e poscia disuniti per lo rimovimento dello stesso; e questa è la prima delle diversità che s' incontrano nella discesa de' corpi solidi, paragonata a quella de' fluidi: se pure si può chiamare diversità quella che nasce dall' errore commesso in volere considerare il moto di più solidi disuniti, come se fosse fatto in un solo.

Per altro *non v' ha dubbio, che anche i minimi dell' acqua non s' accelerino più, cadendo per la perpendicolare, che scorrendo per un piano inclinato, almeno sul principio della discesa*, per la ragione medesima, che si è detta de' corpi solidi, massimamente osservandosi, che le cadenti perpendicolari molto più si assottigliano, che le inclinate. Ma deesi avvertire, che cadendo l' acqua perpendicolarmente, riceve molte impressioni dall' aria, dalle quali sono esenti i corpi solidi; posciachè, 1.° *le cadenti perpendicolari* (così sono chiamate

le figure, alle quali s'accomoda l'acqua nel cadere a perpendicolo) *almeno sul principio si assottigliano*, il che procede anco dalla pressione dell'aria, che lateralmente spinge le parti dell'acqua, verso l'asse della cadente medesima; 2.° *Dopo qualche spazio della caduta, avendo l'acqua acquistata velocità considerabile vengono le di lei parti divise l'una dall'altra, dall'aria inferiore*, che resistendo al moto, s'insinua tra esse, e dispergendole, *fa apparire, che in vece di maggiormente ristringersi*, come esigerebbe la natura del moto accelerato; *piuttosto s'allarghino;* e questa dispersione di particelle d'acqua (talvolta, ed in certe circostanze) così vassi moltiplicando, che in vece che la cadente conservi la sua figura, si trasmuta in una rugiada, o pioggia di minutissime goccie.

Ma *ne' piani inclinati* la cosa cammina d'altra maniera; poichè *l'acqua che per essi scorre in qualche altezza di corpo; si va bene assottigliando nella medesima proporzione che richiede la velocità dell'accelerazione, come nelle cadenti; ma non mai, o rare volte, ed in pochissima quantità, si disperge in goccie*, sì perchè è ella obbligata a stare ristretta fra le sponde, e tenersi unita al fondo, e per conseguenza non è esposta all'azione dell'aria; sì anche, perchè a causa dell'inclinazione del piano, non arriva ella mai a tanta velocità, che la poca aria la quale nel principio del corso le osta, abbia forza di dividere il di lei corpo in più parti, e ciò molto meno, dopo formatasi la superficie superiore dell'acqua corrente; mentre piuttosto l'aria che sopra vi preme, coopera insieme con la gravità dell'acqua, a tenerla unita in se stessa; onde volendo pure considerare l'acqua, come un solo corpo, possiamo addurre per seconda diversità, *il ristringersi che fa ella in se medesima, a misura della velocità, che per la caduta, o per la discesa va acquistando; al contrario de' solidi, che per tutta la caduta, conservano sempre la stessa mole.*

Si considera bensì da' fisici nell'acqua, per essere fluida, uno slegamento di parti; ma non tale, ch'ogni di lei minima particella possa staccarsi, senza veruna resistenza dall'altra, che anzi (1) è manifesto, trovarsi tra le di lei parti un tal qual vincolo, che è quello che tiene unite insieme le goccie dell'acqua, e fa colmeggiarle in

(1) Questa adesione, o viscosità, che dall'autore si riconosce fra le particelle dell'acqua, può per avventura avere ne' movimenti di essa più parte di quello che paia a prima vista, nè forse senza ricorrere ad un tal principio si può chiaramente comprendere alcuno di quegli effetti, che si riconoscono dalla gravità, e dalla fluidità.

Egli è difficile spiegare la predetta adesione supponendo le particelle di figura sferica, se pure non si ricorresse alle attrazioni scambievoli delle parti della materia, che è un'altra ipotesi fisica, la quale è soggetta alle sue difficultà.

forma di mezze sfere, quando esse posano sopra di qualche superficie: Il medesimo vincolo, o attaccamento, fa che *alle volte non si possa muovere una parte d' acqua senza che con essa siano tirate in consenso le vicine, e per lo contrario, impedita nel suo moto una parte di acqua, resta anche ritardata quella che immediatamente le è contigua*. Quindi è, che *se l' acqua fosse un perfettissimo fluido;* cioè a dire, se le di lei parti fossero affatto staccate l' una dall' altra, come è d' uopo considerarla, quando si parla in astratto, per dar luogo alle dimostrazioni; *scorrendo essa per un piano, o fondo, quanto si voglia diseguale, e scabro, potrebbero bene essere impedite quelle di lei parti che a dirittura incontrassero gli ostacoli; ma non già le altre*, le quali dovrebbero seguitare, o nella sua accelerazione, o nel grado di essa, acquistato nell' arrivare al moto equabile; ma considerando l' acqua nel concreto della sua viscosità; ne segue che non solo sono ritardate le parti di essa vicine al fondo, o alle sponde, o in una parola, vicine agl' impedimenti, ma anche quelle che restano più lontane da essi: e perciò siccome ne' solidi, che hanno le parti perfettamente unite, il ritardamento di una, porta seco il ritardamento di tutte le altre, così ne' fluidi che hanno le parti disunite, ma non perfettamente, l' impedimento del moto d' una di esse, influisce a rendere minore la velocità delle vicine, ma non egualmente; dimanierachè *maggiore è la perdita delle parti più prossime alle impedite, minore nelle più lontane*, sino a rendersi insensibile, e ridursi a niente. E però anche in questo s' accordano le leggi del moto de' solidi, con quelle de' fluidi, e dell' acqua, cioè, che quanto maggiori saranno gl' impedimenti del piano declive, tanto minore sarà il grado di velocità, acquistato prima di ridursi al moto equabile; ma discordano in ciò, che *gl' impedimenti del piano declive, quanto ritardano una parte del solido, altrettanto ritardono il tutto; ma ne' fluidi più levano alle parti vicine all' impedimento, meno alle più lontane*. E questa è la terza differenza che s' osserva nel moto de' fluidi paragonato a quello de solidi.

Non operando adunque le resistenze del piano, tanto in ritardare il moto del fluido; ne nasce, che rivoltandosi la direzione di esso ad altra parte (siasi o discendente, o orizzontale, o ascendente) *avrà esso nel punto del rivolgersi maggiore velocità di quella che avrebbe un corpo solido in pari circostanze*; e perciò avrà maggior forza per risalire all' orizzontale del principio della caduta. E quì è d' avvertire un grandissimo vantaggio, che per ben osservare le leggi de' gravi cadenti, riceve l' acqua dalla sua fluidità, o per dir meglio, che ritrae una particella d' acqua dall' altre che le stanno attorno.

Intendasi per lo piano AB disposta una serie di sferette AB, e

sopra di essa un' altra CD, e sopra questa la terza serie EF ec. E si concepisca, che tutte queste si muovono sopra del piano AB (*fig.* 13.) in maniera che l' ultima parte di B sia stata la prima a muoversi, e dopo d' essa immediatamente la penultima. Crescendo adunque ne' gravi cadenti gli spazi scorsi, secondo l' ordine de' numeri dispari dall' unità; è necessario che la sfera prima partita dalla quiete, s' allontani sempre più dalla seconda; poichè supponiamo che nello spazio di tempo, il più piccolo che si possa concepire, la prima sfera abbia fatto uno spazio, che chiameremo X; nel secondo farà 3 X, nel terzo 5 X ec., e dovendo la seconda sfera nel suo primo tempo, fare eguale spazio che la prima; sarà il di lei primo viaggio X, ed il secondo 3 X, fatto nel terzo tempo della prima sfera, nel quale avrà corso lo spazio 5 X; e perciò nel fine del secondo tempo, essendosi scostata la prima sfera dal suo principio 4 X nel tempo che la seconda non si è scostata che X; la differenza dello spazio, o la distanza delle sfere sarà di 3 X; ma nel tempo susseguente essendosi scostata la prima sfera dal suo principio 9 X, e la seconda solamente 4 X, viene la distanza delle sfere ad essere 5 X, e perciò maggiore della prima ec. Quindi è, che negli spazi fra una, e l' altra della serie inferiore AB, è necessario che a cagione del proprio peso, e del mancar loro il sostegno inferiore AB, succedano le sfere della serie immediatamente superiore CD, e ne' luoghi di queste, le sferette della serie EF.

Da ciò rendesi evidente la ragione per la quale *i fluidi durante il tempo della loro accelerazione, sempre si assottigliano, e si abbassano di superficie*. Nè (1) è da dubitare, che le sfere della serie superiore, cadendo nell' inferiore, non abbiano nel punto di essa giustamente quella medesima velocità ch' avrebbero, se dal principio del piano fossero venute sino a quel punto: se si farà riflessione a ciò che abbiamo detto di sopra. Ma se le sfere della serie inferiore AB,

(1) Non manca a mio credere di soggiacere a qualche dubbio questa asserzione, a riguardo della resistenza che incontra ciascun globetto nel suo discendere dal contatto di quelli fra' quali dee scorrere, anzi pur anco dal fondo, e dalle sponde quantunque regolari, e spianate, che lateralmente chiudono, e sostentano la massa de' globi, come necessariamente convien supporre, se non si vuole che la pressione de' superiori faccia muover di fianco gl' inferiori, e disturbi le regolarità delle direzioni che quì si figurano. Atteso ciò non pare così evidente, che ciascun globo in una simile discesa concepisca tutta quella velocità, che acquisterebbe in una caduta libera. E applicando questo discorso al moto delle acque, forse questo sostentamento è uno degli ostacoli da mettersi in conto fra quelli che resistono all' accelerazione de' fiumi, e da cui non si può fare astrazione (come si può fare dal semplice soffregamento) mentre pare che la velocità debba restarne modificata. Vedi anche intorno a ciò l' annotazione più avanti, che comincia: *Niuno che io stimi ec.*

saranno portate di moto equabile, quelle della superiore CD non discenderanno ec. e la superficie dell' acqua non si abbasserà. E se per lo contrario, la sfera antecedente della serie inferiore, si troverà ritardata da qualche impedimento, e succederà la susseguente non ritardata; converrà che o l' una, o l' altra sia spinta nella serie superiore; e conseguentemente che la superficie dell' acqua si elevi.

Nel moto di un corpo solido, egli è ben evidente, che *il di lui ritardamento non può essere riparato da cagione veruna, salvo che da nuova discesa*; ma nel moto fatto da più solidi, de' quali uno sta, e s' appoggia sopra di un altro, (che è l' istesso che dire nel moto de' fluidi) se la figura di essi vi concorra, (1) *la pressione del superiore può restituire immediatamente all' inferiore tutta, o parte di quella velocità che gli è stata tolta dall' impedimento*; o piuttosto far sì che questo non produca in esso quell' effetto, che per altro vi sarebbe succeduto; con questa regola però, che *la forza della pressione non può operare effetto veruno, se essa non sia valevole a produrre*, secondo il modo spiegato nel primo capitolo, *un grado di velocità maggiore di quello che resta al mobile dopo l' azione dell' impedimento*, come pure è stato da noi dimostrato *alla prop.* 1. *del lib.* 4. *della misura dell' acque correnti*, e come ho avuto l' onore di far vedere in esperienza a diversi personaggi qualificati, e fra questi, a gli Eminentissimi d' Adda, e Barberini, nel tempo che si trovavano quì in Bologna per lo regolamento dell' acque de' fiumi di Bologna, Ferrara,

---

(1) Che ne' fluidi la pressione delle parti superiori possa aumentare nelle inferiori la velocità è manifesto per esperienza; atteso che se attraverso un canale corrente, e che porti una misura costante d' acqua si porrà un ostacolo, che alcun poco sia immerso sotto la superficie di questa, e chiuda il canale da una ripa all' altra (come sarebbe una cateratta, che si calasse fra' suoi incastri sino al pelo, o un poco sotto il pelo dell' acqua) si osserverà l' acqua dalla parte superiore all' impedimento elevarsi fino a un certo segno, per lo più non molto alto, e in tale positura rendersi come stagnante, e dopo ciò seguitare il canale il suo corso senz' altra alterazione. In tal caso è manifesto, che l' istessa quantità d' acqua passa per quel vano che resta dall' impedimento in giù fino al fondo, che passava per l' intera sezione, e per tutte le altre avanti l' apposizione dell' impedimento, cioè a dire, che l' istessa acqua per una minor sezione, onde è forza che vi passi con maggior velocità; nè altro può credersi se non che l' accrescimento d' altezza seguito dalla parte di sopra alla cateratta sia quello che gl' imprima un grado di velocità maggiore, appunto come succederebbe in un vaso, in cui la superficie dell' acqua fosse a qualche altezza sopra la sommità della luce per cui esce. Tutto il dubbio che può rimanere è, se l' effetto dell' acqua superiore nell' accrescer velocità all' inferiore abbia luogo eziandio quando la superiore non sia ristagnata, come lo è in questo esperimento, ma anch' essa corrente insieme coll' inferiore nelle sezioni del fiume; ma di ciò si parlerà in un' altra nota in appresso.

e Romagna. La ragione positiva di questa regola si è, che un agente non può agire in un mobile, se il movente non è mosso, o almeno in conato a muoversi, e che il mobile non può essere mosso dal movente, se o in se, o almeno paragonato al moto del movente, non è costituito in istato di quiete; condizione che non può verificarsi, quando il mobile è affetto di velocità maggiore di quella che abbia, o possa produrre il movente; poichè allora solo il mobile, anche mosso, ha ragione di quiescente, quando egli aspetta di ricevere, e non fugge l'azione del movente; e perciò non aspettando il corpo più veloce, anzi fuggendo l'azione del meno veloce, non può nè essere considerato in istato alcuno di quiete, nè ricevere l'azione medesima.

Essendo dunque ritardata una, o più delle sferette della serie inferiore AB, o pure *essendo ritardato il moto del fluido; converrà ch' esso si elevi di superficie*, e che la sferetta ritardata, v. g. B la quale aveva sopra di se nel principio solamente due serie di simili sferette; per lo ritardamento seguito ne abbia quattro, o cinque, o più, e conseguentemente, che *crescendo la pressione delle superiori* sopra la ritardata B, *venga successivamente a proporzionarsi l' azione della pressione al grado di velocità* residuo nella sfera B, e potendo, secondo la regola predetta, concorra ad aiutarla con imprimerle nuovo sforzo, atto a superare l' impedimento, o a risentire la di lui azione, meno di quello che farebbe un corpo solido. Quindi ne nasce, che essendo considerabili gl' impedimenti, anderanno tanto crescendo in altezza le serie delle sferette, che potranno, occorrendo, arrivare sino al livello del principio del piano declive; ed allora sarà costituita la sferetta B in uno stato, che potrà ricevere il grado di velocità dovuto alla discesa AB, ovvero AO, quando nissuna altra cosa le avesse resistito; il qual grado perciò sarà atto a cagionare il risalto dell' acqua sino all' orizzontale AG, o solo tanto minore, quanto può detrarre la resistenza che fa l' aria alla salita BG; e su questo fondamento s' appoggia l' assioma degl' idrostatici, che *l' acqua tanto riascende, quanto è discesa*; cioè sino ad equilibrarsi all' orizzontale medesima. Io ho nominata più volte la pressione, non come la cagione della velocità, che come si è detto nel primo capitolo, d' altronde si deve desumere; ma solo, come causa del muoversi, e del superarsi più facilmente le resistenze per l' aumento del peso assoluto, che maggiormente opera contro di esse.

In questa quarta notabile *diversità* che hanno *i fluidi* da' solidi, *si rendono essi molto più ubbidienti alle leggi de' gravi cadenti*; poichè può bene darsi il caso, che un solido dopo la discesa per AB (*fig.* 11.) dovendo risalire per lo piano BC, non vaglia a superare la di lui acclività; ma questa impotenza non può succedere al fluido, il quale

quando sia in copia bastevole, purchè il punto C sia più basso di A, *assolutamente lo trapasserà, e discenderà sino in* H, posta anche qualsisia resistenza, purchè non totale al di lui moto. La medesima ubbidienza si riscontra ne' fluidi *in discendere per qualsisia piano* (quanto si voglia poco inclinato, e pieno di molti impedimenti) ed *in accelerarsi a proporzione per essi*, a differenza de' solidi, che per piccole che siano le resistenze in poca inclinazione di piano, ponno non muoversi di sorte alcuna (1) Anzi *sopra de' piani orizzontali, ne' quali assolutamente è negato qualunque moto a' corpi solidi possono scorrere i fluidi*, sottentrando al difetto dell' inclinazione, il peso, e la pressione del proprio corpo.

Da tutte le antecedenti considerazioni, evidentemente apparisce che *le leggi de' gravi s' esercitano egualmente, e ne' corpi solidi, e ne' fluidi*, e che trattandosi della discesa semplice d' un solido solo, si possono ben riscontrare nel di lui moto più facilmente le leggi predette, che in un fluido il quale è l' aggregato di molti solidi; ma in questo facendosi operare la pressione, si ha il vantaggio della minore resistenza fatta dagl' impedimenti; e perciò in tal caso si ritrovano più sinceramente, ed esattamente eseguite le regole dimostrate dal Galileo attorno la caduta de' gravi. Siccome dunque non v' ha dubbio che la gravità non sia la causa del moto nelle acque correnti; così non si ha da dubitare, che la fluidità non sia una causa coadiuvante del medesimo.

(2) Quanto poi alle regole che s' osservano dalle acque de' fiumi nel loro corso, egli è certissimo doversi esse desumere dalle predette due cagioni; e perciò applicando la dottrina poco di sopra addotta al moto de' fiumi, pare che resti evidente, che..

---

(1) Vedi intorno a ciò la proposizione 1.ª del capo 5.° e suoi corollarj colle loro annotazioni.

(2) Non essendo possibile in questa materia provare tutto ciò che si asserisce in rigorose dimostrazioni (come lo stesso autore ha dichiarato nella prefazione a quest' opera) riputiamo, che a quelle che egli chiama *regole*, più propriamente convenga il nome d' *ipotesi*, o di *supposizioni*, e tali in avvenire le chiamaremo, non dissimulando quelle difficultà, alle quali ponno esser soggette, oltre quelle che in parte si sono già accennate nelle annotazioni, o al primo, o al presente capo, intorno a' fondamenti da' quali sono dedotte; persuadendoci che tutto ciò non ostante non lascino d' esser molto probabili, e conformi all' esperienza.

Avvertiamo che le predette o regole, o ipotesi, che si dicano, suppongono gli alvei inalterabili, onde conviene metter da parte qualunque effetto di escavazione, o di replezione che possa succedere, o alle sponde, o nel fondo, come se i fiumi non portassero alcuna materia estranea atta a deporsi sul letto, e come se questo fosse dotato d' una perfetta resistenza alla corrosione, de' quali effetti si comincia poi a trattare nel capo seguente.

REGOLA I.

(1) *L' acqua passando dalla quiete al moto, o nell' uscire dalle vasche delle proprie fonti, o nello squagliamento delle nevi, o in altra*

---

(1) Niuno che io stimi metterà in dubbio questa asserzione ne' termini generali ne' quali è espressa, mostrando in fatti l' esperienza che quando l' acqua si trova obbligata a scorrere per una doccia, o altro canale steso in linea retta con fondo, e sponde ben piane, con larghezza uniforme, e con notabile inclinazione all' orizzonte, nell' andar discendendo visibilmente si assottiglia, e scema d' altezza sopra il fondo, il che indica la velocità media di ciascuna sezione andarsi rendendo maggiore; onde si può inferire, che lo stesso dal più al meno succeda in ogni canale inclinato.

Rimane solo da vedere con qual legge, e per quali gradi siegua tale accelerazione. L' autore differisce a parlarne più sotto alla regola 7 §. *Sia per esempio,* ma noi abbiamo stimato doverne anticipatamente far parola in questo luogo, per maggior chiarezza delle cose che sieguono appresso.

Suppone egli in primo luogo, che l' acqua nel suo primo affacciarsi all' emissario della vasca, o ricettacolo, onde il fiume ha origine (giacchè a questo caso si ponno ridurre quasi sempre i principj de' fiumi di qualche considerazione, ancorchè per avventura le acque vengano somministrate al detto ricettacolo da altri rigagnoli, o fiumi minori) vi si presenti con quella velocità, con cui si presenterebbe allo stesso emissario, se alcun canale non vi fosse applicato. E in secondo luogo suppone, che nello scendere che fa l' acqua per l' alveo, le velocità di ciascuna parte di essa crescano nella proporzione dimezzata delle discese perpendicolari fatte sin dal principio del canale, il qual principio si figura nel punto, in cui il piano del fondo di esso prolungato allo insù incontra la superficie dell' acqua del ricettacolo; o quel che è lo stesso in ragione dimezzata delle altezze misurate dall' orizzonte della detta superficie, sino a quella parte di acqua di cui si tratta, purchè si faccia astrazione da tutti gl' impedimenti che si oppongono al corso del fiume. Tutto ciò spiega egli nel detto luogo colla figura 14. e coerentemente a tali principj ne siegue quello che egli stesso avea insegnato nell' altra sua opera della misura delle acque correnti, mostrando ivi nel lib. 2.° prop. 2.ª che la velocità dell' acqua in qualsivoglia sezione d' un canale inclinato, è la medesima che avrebbe all' uscire da un vaso per una luce eguale simile, e similmente posta colla sezione, e altrettanto immersa sotto la superficie dell' acqua del vaso, quanta è la distanza della sezione dall' orizzonte dell' origine dell' alveo. La medesima dottrina viene comunemente seguitata dagli scrittori, che dopo di esso hanno trattato di tal materia, come il sig. Varignon, il sig. Ermanno, il padre abate Grandi, il sig. di Gravesande, ed altri.

Non lasceremo tuttavia di accennare que' dubbj che, o sono stati mossi, o potrebbono moversi intorno a questi insegnamenti. Il primo è, se quando l' acqua della conserva, o ricettacolo si affaccia ad un emissario, a cui sia applicato un canale, vi entri con quella stessa velocità, con cui vi entrerebbe, se niun canale vi fosse applicato, o se possa per avventura la velocità di essa acquistare alcuna modificazione dalle sponde, e dal fondo del canale, per cui l' acqua si trova obbligata ad incamminarsi. Per fondamento di questo dubbio si può osservare, che fra le sperienze del sig. marchese Poleni nel suo trattato *de Castellis*, alcune ve ne hanno nelle quali uscendo l' acqua per una luce rettangola apposta

maniera; acquista nella discesa per gli alvei de' fiumi, che sono

---

colla base orizzontale alla sponda d'un vaso in una sottil lastra di metallo, entrava in un canale aperto per di sopra, dell'istessa larghezza colla luce, col fondo orizzontale al piano della base dell'apertura, e di lunghezza di sei oncie.

La quantità d'acqua che si raccoglieva per questo canale in un dato tempo, era alquanto maggiore, e per conseguenza maggiore la velocità di quello che fosse, quando rimosso il canale, si lasciava l'acqua liberamente sgorgare nell'aria in forma di getto. Non potendosi dunque tale aumento di velocità attribuire alla discesa seguita per la lunghezza del canale (perocchè il fondo di esso era orizzontale) pare che se ne possa inferire, che anco nella stessa apertura, o luce del vaso entrasse l'acqua con maggiore velocità di quello che avrebbe fatto senza il canale, e che perciò l'apposizione di questo alteri qualche poco la velocità dell'acqua fino nel suo primo uscire dal vaso: e che qualche simile effetto se non maggiore, potesse aspettarsi ove il canale in vece d'essere orizzontale, fosse inclinato, sembrando che in tal positura egli fosse per rapire, e tirar fuori anche maggior quantità d'acqua. La velocità predetta nelle stesse sperienze si trovò eziandio maggiore, addattando al medesimo lume un simil canale chiuso per di sopra, ne si può sapere quello che fosse accaduto servendosi di canali di maggior lunghezza, co' quali pare verisimile, che la quantità dell'acqua fosse per riuscir minore; onde tali sperienze congiunte colle altre de' gran divarj osservati nelle velocità secondo le diverse figure, e lunghezze di altri tubi apposti a' fori circolari, rendono ragionevole questo primo dubbio, e converrebbe a mio credere rischiarlo con esperienze atte a stabilire la verità d'un tal fatto.

Il secondo dubbio non dissimile dal primo può nascere intorno alle velocità dell'acqua nelle sezioni susseguenti del canale inclinato, per cui scende; mentre posto ancora che le dette velocità dovessero essere in ragione dimezzata delle discese, non ne siegue, che debbano essere per l'appunto le medesime, che sarebbero se l'acqua di quella sezione liberamente uscisse dalla sponda di un vaso per un lume eguale, simile, e similmente posto, e tanto profondo sotto la superficie del vaso, quanto lo è la sezione sotto l'orizzonte dell'origine del canale; e la ragione di dubitarne è, perchè siccome non è evidentemente dimostrato, anzi pare contrario alle accennate esperienze, che l'acqua entri nella prima sezione del canale con quella velocità per l'appunto, con cui uscirebbe se il canale non vi fosse, ma tal velocità può forse rimanere alterata dalla necessità di dover l'acqua incamminarsi tra due sponde, e un fondo, così non si può prendere per certo, che nelle altre sezioni seguenti (mettendo anco a parte ogni impedimento) abbia di mano in mano quelle velocità che avrebbe uscendo liberamente da un vaso per altre, ed altre luci eguali, e simili situate di mano in mano a livello delle medesime sezioni; potendo anche nelle dette sezioni nascere del divario dal caso in cui vi è il canale, a quello in cui l'uscita fosse libera, attesa massimamente quella resistenza, che dal semplice sostentamento delle sponde, e del fondo (ancorchè privi di ogni asprezza) ponno soffrire le parti dell'acqua, come fu accennato nell'annotazione 7 di questo capo, e attesa l'adesione delle dette parti, di cui nella annotazione 6: cagioni tutte che ponno per avventura esser atte a diminuire la velocità a molti doppj.

Queste due difficultà riguardono principalmente la misura assoluta delle velocità, o sia nell'ingresso, o nel progresso del corso per esso canale, dalla qual misura dipende quella della quantità dell'acqua, che il canale conduce; onde per queste, e per altre ragioni che si ponno dedurre dalle cose notate nel capo

altrettanti piani, per lo più inclinati all' orizzonte, qualche grado di

primo, e forse per altre che altrove si noteranno, stimo che nella pratica idrometrica troppo non sia da affidarsi, anzi di gran lunga si possa andare errato nel determinare le quantità assolute dell' acqua che porta un canale, ancorchè si supponga affatto libero da ogni impedimento, ma che dobbiamo al più contentarci di cercarne la quantità rispettiva, cioè la proporzione di quella dell' uno, con quella dell' altro, e ciò quando ben anche si avessero delle osservazioni fondamentali ben accertate di una tal misura di velocità corrispondente ad una tale altezza, giacchè tali non sono quelle della tavola data dal nostro autore nel libro della misura delle acque correnti, per la ragione che si è addotta nell' annotazione 3 del capo I.

Oltre le due difficultà sinora esposte, alcuni hanno preteso che nelle acque correnti per gli alvei siccome le sezioni inferiori, cioè quelle che vanno avanti toccano, e sostengono le altre, che immediatamente lor tengon dietro, così tolgano al corso di queste la libertà, ne le lascino movere con quella velocità che converrebbe alla discesa se si tratta di canali inclinati, o alla pressione se d' orizzontali. Io tuttavolta non so comprendere qual fondamento abbia una tale difficultà. Imperocchè sebbene è vero, che la sezione antecedente sostiene quella che la seguita, parmi tuttavia che un tale sostentamento non possa cagionare in questa alcuna diminuzione di quella velocità che essa può aver concepita per le cagioni atte a produrla, ma altro effetto non faccia che di un impedimento, mercè cui quel velo d' acqua che per un istante passa per quella sezione, non può cangiare la sua figura (che supporremo rettangola) spianandosi colla propria gravità, e stendendosi sul letto del canale, come farebbe se non fosse sostenuto, ma necessariamente debba tenersi ritto, e ciascuna parte di esso andare per la sua direzione con quella velocità di cui è affetta, senza che questa però punto ne resti scemata; e la ragione è, perchè niuno ostacolo può fare un corpo precedente ad un altro che gli tien dietro, e gli è contiguo, quando il primo fugga con velocità eguale, o maggiore di quella, con cui si avanza il secondo. Ora egli è certo, che (fingendo tolti tutti gli impedimenti) ciascuna parte di acqua, che è più avanti nel corso di sua natura è più veloce, o almeno egualmente veloce che l'altra, la quale la seguita nell' istessa linea orizzontale, o inclinata per cui s' intende moversi ciascun filo d' acqua; dunque è evidente, che questa non riceve alcun ritardo del contatto di quella, niente più di quello che le parti susseguenti d' un corpo solido, che sdruccioli lungh' esso un piano, ne ricevano dalle precedenti del medesimo corpo. E certamente anche nelle cadute d' acqua, che si chiamano libere, le sezioni del getto che vanno avanti, toccano quelle che le seguitano, e pure si accorda, che non ne rallentino il moto.

Si è detto *fingendo tolti tutti gl' impedimenti*, imperocchè se supporremo che alla sezione anteriore si affacci qualche ostacolo che scemi la velocità a tutte, o ad alcune delle parti di essa, non v' ha dubbio, che la sezione posteriore non venga anch' essa in tutto, o in parte trattenuta, onde allora la discesa (parlando de' fiumi inclinati) non può produrre in questa tutta quella velocità che vi avrebbe prodotta, ne ciò dall' autore si niega, anzi si accorda in più luoghi di questo trattato; ma allora un tale effetto si palesa coll' alzarsi che fa l' acqua, non pure in quella sezione a cui è immediatamente applicato l' ostacolo, ma eziandio in tutte le altre superiori che più o meno ponno risentirne l' effetto; onde la superficie per quel tempo, e in quello stato non è permanente. Ma siccome la resistenza del detto ostacolo non è infinita, così necessariamente dee esservi un

velocità; (1) *ma questa ben presto si riduce all' equabilità* per le grandi resistenze che incontra l'acqua al suo moto, come sono la poca declività degli alvei medesimi; le grandi inegualità de' fondi, bene

termine d'alzamento, non meno della detta sezione, che di tutte le altre che risentono l'ostacolo, nel qual termine equilibrandosi la forza della discesa che accelera l'acqua con quella della resistenza che la ritarda, ne risulti in ciascuna sezione una velocità sufficiente a smaltire sotto l'altezza acquistata tutta l'acqua del fiume (alla qual velocità può anco per avventura concorrere talvolta lo stesso alzamento seguito), e ridotto il fiume a tale stato, cioè fattasi permanente la superficie, torna ad aver luogo il discorso sinora fatto, cioè che la sezione anteriore non può fare alcuna remora alla posteriore, ma solo può sostenerla in quello stato di velocità, in cui si trova, e che ha potuto imprimerle quella tal forza che la move modificata dalla resistenza dell' ostacolo; e il volere che di nuovo la velocità delle parti susseguenti restasse diminuita dal contatto delle antecedenti sarebbe un supporre, che una forza seguitasse a prevalere all' altra anche dopo il loro equilibrio.

(1) Non ostante che di sopra si sia avvertito non potersi mai l'acqua de' fiumi in virtù delle resistenze uniformi ridurre ad un moto perfettamente equabile, non lascia d'esser vera la dottrina dell' autore, sì, perchè oltre le dette resistenze (che consistono ne' soffregamenti colle asprezze delle sponde, e del fondo) ve ne hanno altre quasi perpetue, come le tortuosità, i gorghi, e i ridossi, le larghezze diverse, e altre simili che concorrono or l'una, or l'altra non pure ad impedire l'aumento della velocità, ma ad indurre positivo ritardamento (se non quanto questo poi si ripara in parte dall' aumento dell' altezza, come appresso vedremo) sì anche, perchè non s'intende quì di parlare di una equabilità rigorosa, e matematica, ma basta una equabilità fisica, cioè che l'acceleramento nella discesa si renda insensibile, o quasi insensibile.

Ora che ciò veramente succeda ne' fiumi assai manifesto indizio ne fa l'esperienza, mostrando, che nelle sezioni egualmente larghe, comecchè in siti assai lontani fra loro, trovasi a un dipresso la medesima altezza viva d'acqua, onde ne' tratti più regolari, ancorchè assai lunghi, la superficie si osserva paralella, o quasi paralella al fondo, benchè inclinato all' orizzonte, anzi ancorchè alle sezioni più anguste ne vadano alternatamente succedendo delle altre alquanto più larghe per brevi tratti; pure si mantiene il detto paralellismo, dovendosi allora intendere, che le larghezze di queste ultime non siano vive. Quindi è, che a ciascun fiume siamo soliti di assegnare una tale determinata misura d'altezza viva d'acqua, dicendosi che il tale nelle piene ne porta, v. g. 10 piedi, il tal' altro 20 ec. la qual misura è dedotta dall' osservazione de' tratti predetti (lungi tuttavia dagli sbocchi, ove le altezze ponno esser morte), e mostra un equabilità sensibile di velocità media, che dee andare necessariamente congiunta coll' egualità delle sezioni.

Che poi l'autore enumeri in questo luogo fra le cagioni di positiva resistenza che incontrano i fiumi, la poca declività del loro alveo, si dee intendere in queste supposto, che il fiume dopo aver corso per un piano più inclinato, si riduca a correre per un altro meno inclinato; imperocchè se nello scorrer quel piano, ancorchè più ripido hanno potuto gl' impedimenti incontrati togliere l'accelerazione, e ridurre il moto all' equabilità, converrà che nel secondo, in cui pure s'incontrano simili ostacoli al corso dell' acqua, e la declività non da tanto aiuto per

spesso pieni di sassi, o ghiare; gli ostacoli lateralmente esistenti nelle ripe; le tortuosità de' fiumi ec. impedimenti tutti che pongono un ostacolo considerabilissimo al corso dell'acqua, atto a distruggere, presso che del tutto, ogni velocità antecedentemente acquistata.

REGOLA II.

Ridotto che sia il corso dell'acqua all'equabilità, le dee però restare impressa quella velocità che ha acquistata antecedentemente nello scorrere per lo suo piano, e questa è regolarmente maggiore, quanto maggiore è la declività del suo letto. Poichè avendo maggior forza di superare gl'impedimenti, l'acqua che scorre per un alveo più inclinato, che non ha quella la quale corre per un meno inclinato, viene ad avere maggior proporzione la forza al suo resistente nel primo caso, che nel secondo; e dovendo per ridursi all'equabilità, essere eguale l'aumento della velocità, che succederebbe all'impedimento del resistente; ne nasce in conseguenza, che più tardi si faccia tale uguaglianza, o che maggiori si aggiungano i gradi della velocità all'acqua, quanto maggiore è la declività. E questa è la ragione, per la quale i torrenti che scendono dalle montagne con precipitose cadute, superano facilmente gli ostacoli ordinarj che loro si oppongono per freno del corso.

REGOLA III.

Dalla medesima ragione facilmente si può dedurre, *che* (1) *la velocità di un fiume allora sarà maggiore, quando più grande sarà il corpo d'acqua, che porterà*; posciachè (supposto il medesimo pendio,

superarli, si scemi anche quella velocità equabile, che è restata nel primo, facendosi di nuovo bensì equabile il moto, ma con grado minore di velocità, onde si può conchiudere, che per ciascuna inclinazione vi ha un grado di velocità terminale, a cui ben tosto riducesi il fiume, purchè si tratti sempre della stessa quantità d'acqua, come pure notò il Mariotte nel fine della parte 3.ª del trattato del moto delle acque; e però è manifesto, che la tenuità della pendenza, serve di positivo impedimento all'accelerazione; e ciò dee esser vero, mettendo anco da parte quella diminuzione di velocità, che in altra annotazione abbiamo detto dover seguire nel punto del passaggio, da un piano all'altro.

(1) Quì parla d'un medesimo fiume che porti ora maggiore, ora minor quantità d'acqua, e dice che avrà maggior velocità nel primo, che nel secondo stato, adducendone la ragione, perchè nel primo avrà maggior forza di superare gli impedimenti, che nel secondo; la qual ragione, come è manifesto, non è fondata sulla maggiore altezza delle sue sezioni nel primo, che nel secondo caso, ma sulla maggior copia, o come egli la chiama sul maggior corpo d'acqua, onde si applica a tutti i fiumi (considerando in ciascuno di essi sempre l'istessa sezione.)

e le medesime resistenze) avrà più forza di superar queste, la copia più grande dell'acqua, come più grave, che la minore: e perciò i fiumi nelle loro piene, corrono con maggiore velocità, che ne' tempi, ne' quali sono più magri di acqua; il che è vero ancora per un'altra ragione, cioè perchè l'acqua più alta, e per conseguenza maggiormente lontana dal fondo, più si scosta dalle resistenze di esso. Bisogna però avvertire di non lasciarsi ingannare dall'apparenza, che ordinariamente lusinga gli uomini a giudicare della portata dell'acqua di un fiume, dalla grandezza della sezione di esso, senza considerazione della velocità; poichè può darsi il caso che l'altezza maggiore dell'acqua dipenda dal ritardamento della velocità, non dall'accrescimento di acqua nel fiume; e che in vece che dall'altezza maggiore si possa arguire maggior velocità, piuttosto si riscontri minore; ma ciò non succederà ne' nostri supposti.

REGOLA IV.

(1) *Ne' fiumi, ne' quali la maggiore altezza viva dell'acqua aiuta le parti impedite di essa, a non cedere tanto alla forza degli ostacoli; quanto minore sarà la larghezza dell'alveo, tanto maggiore sarà la velocità.* La ragione è manifesta; perchè negli alvei più ristretti, il medesimo corpo d'acqua corrente, più si eleva di superficie; ma per lo supposto, maggiore altezza d'acqua, maggiormente aiuta a superare gl'impedimenti, e quanto più facilmente si superano gl'impedimenti, tanto maggiore riesce la velocità; adunque negli alvei più ristretti ec. maggiore si farà la velocità; e per conseguenza più tardi si arriverà al moto equabile, e più gradi di velocità si avranno in esso. Vero è che le sponde più ristrette, accostandosi più a tutte le parti dell'acqua, fanno che gl'impedimenti laterali altresì più operino. Ma ciò non ostante, se non s'arrivi all'eccesso, più potrà sempre l'accrescimento della velocità acquistata per l'altezza, che il ritardamento fatto dalle sponde.

---

senza distinguer fra quelli, la velocità de' quali dipende unicamente dalla discesa, e quelli ne' quali secondo le sue ipotesi vi ha parte l'altezza corrente. Però malamente ragionerebbe chi trasportando questa dottrina da un fiume ad un altro, o da una sezione ad un'altra, e argomentando la copia dell'acqua dall'altezza sotto cui corre (posta un eguale larghezza) giudicasse universalmente ivi esser maggiore la velocità dove l'altezza è maggiore, mentre al contrario la maggior altezza può talvolta indicare minor velocità, come egli avverte nel fine di questo paragrafo, e come si dedurrà dalle cose che sieguono.

(1) Cioè a dire in que' fiumi, o in que' tratti di fiume, ne' quali l'altezza stessa delle sezioni ripara la velocità della discesa scemata dagli impedimenti, come egli suppone che succeda, e come si dirà nell'annotazione seguente.

REGOLA V.

Ma que' fiumi, ne' quali l'altezza del corpo d'acqua non accresce la velocità, e che vanno tuttavia accelerandosi; quanto maggiore avranno la larghezza, tanto più veloci saranno. La ragione si è, perchè, in maggiore larghezza, più abbassandosi la superficie dell'acqua, viene ogni parte di essa ad aver fatta maggiore discesa; e perciò ad aver acquistati più gradi di celerità. Dee però avvertirsi che l'abbassamento dell'acqua non sia tanto grande, che avvicinandosi di soverchio al fondo, non risenta maggiormente gl'impedimenti del medesimo; altrimenti succederà tutto il contrario; e perciò la proposizione si dee intendere in termini abili.

REGOLA VI.

Se la velocità d'un fiume, dopo una conveniente discesa sia resa equabile, e dopo ritrovi tali impedimenti, che bastino a distruggere una parte di essa; in tal caso bisognerà ch'ella si diminuisca, e ne sieguono nel fiume quegli effetti di alzamento, che devono succedere al rallentarsi del moto; ma cessati, o oltrepassati gl'impedimenti, tornerà l'acqua a riassumere i perduti gradi di velocità, sino a riacquistare quello che è dovuto al pendio del letto, al corpo di acqua, ed alla qualità degl'impedimenti, che sono continui per tutto l'alveo. Quindi è, che trovando per l'ordinario *l'acqua corrente* nel suo flusso novi ostacoli, e non essendo questi per lo più continuati, *non si trova quasi mai in* essa *una perfetta equabilità di moto, se non quando questa deriva solamente dagli sfregamenti col fondo, e con le ripe* che sono resistenze necessarie, e continuate per tutto il tratto dell'alveo. Da ciò anche deriva, che *i fiumi che corrono in ghiara, non ostante che abbiano l'alveo inclinato considerabilmente, sono sempre in un continuo acceleramento, e ritardamento*; ed al contrario, *quelli che corrono in sabbia, godono una maggiore uniformità di moto.*

Tra gl'impedimenti che si frappongono al corso dell'acqua; uno de' più considerabili è la perdita, o la diminuzione della pendenza; alla quale succede il ritardamento della velocità dell'acqua, la quale quando prima sia stata equabile, non potrà mai riacquistarsi, se non torni in essere il primiero pendio, o non si diminuiscano a proporzione le resistenze. Che *se il corso dell'acqua non sia intieramente ridotto all'equabilità; lo scemarsi del declivio farà* almeno *che la velocità più presto s'eguagli*, e potrà anche far sì, che il grado di velocità acquistato si scemi, secondo la differenza che sarà fra il pendio antecedente, e il susseguente.

Se le acque fossero corpi solidi, non dovrebbe cercarsi la velocità

del loro moto, che nell' accennata inclinazione dell' alveo; ma per l' altra parte, la declività, che ordinariamente si trova nel letto de' fiumi; anzi quella che si riscontra ne' torrenti più rapidi, non sarebbe bastante, per ragione dell' inegualità de' fondi, a permettere, che le acque potessero discendere al basso, come non lo permette a' corpi solidi di maggior peso, e specifico, ed assoluto; ed in fatti, gelata che sia l' acqua de' fiumi, cessano essi dal correre. Noi abbiamo perciò detto di sopra, che acciò le acque possano scorrere per li loro alvei, si richiede l' aiuto della fluidità, per causa della quale può impedirsi, o ritardarsi una parte di esse, senza che questo ritardamento tiri seco egualmente quello di tutte le altre. La fluidità perciò opera molto in permettere che la gravità cagioni velocità nell' acqua corrente, perchè essendo certo, per la stessa ragione della fluidità, che (1) trovandosi l' acqua in qualche altezza di corpo,

(1) Quì stabilisce l' autore un' altra cagione di velocità nelle acque correnti per gli alvei inclinati, oltre quella della discesa dall' origine del fiume, e vuole che quando dopo ridotto il moto all' equabilità s' incontrino nuovi impedimenti atti a rallentarne il corso, l' istesso alzarsi che dee far l' acqua per passar tutta per la sezione, in cui siegue tale rallentamento, possa ristorare in parte la velocità, o piuttosto far sì che questa di tanto non si scemi, e ciò in virtù della pressione che le parti superiori della sezione rialzata comunicano alle inferiori, comecchè egli volontieri si astenga da questo vocabolo di pressione per la ragione addotta nel capo primo §. *Per far vedere* (dove vedi l' annotazione) e spieghi anche questo effetto come uno sforzo di caduta, o discesa, il che tuttavia non varia la sostanza della sua dottrina.

Alcuni non si mostrano interamente persuasi di questo aumento, o ristoramento di velocità dipendente dall' altezza, che la sezione acquista per gli ostacoli incontrati, e ciò per la ragione accennata da noi nella nota 8 di questo capo, cioè per lo scrupolo se l' acqua superiore, quando attualmente corre, possa produrre qualche aumento di celerità nell' inferiore. Ma un tal dubbio parmi che debba cessare, per ciò che avverte il p. abate Grandi nello scolio della prop. 1.ª del capo 6.° del suo trattato del movimento delle acque, nel qual luogo mostra non doversi aver riguardo alcuno al movimento dell' acqua in ordine al premere che essa fa il fondo, purchè questo sia piano ancorchè inclinato all' orizzonte, essendo allora affatto nulla la forza centrifuga, la quale per altro concorrerebbe ad accrescere la pressione, se il fondo fosse concavo, o a diminuirla se fosse convesso; onde potendosi gli strati inferiori dell' acqua riguardare come tanti fondi sensibilmente piani rispetto all' acqua superiore che scorre sopra di essi, ne siegue che debbano risentire la medesima pressione dall' acqua corrente che soffrirebbero, se fosse stagnante in altezza eguale. Egli è ben vero, che attesa l' inclinazione dell' alveo, la pressione dee scemare nella ragione in cui il sino della declinazione di esso dal perpendicolo scema dal sino totale, ma tal differenza per lo più non è d' alcun momento, attese le pendenze quasi insensibili, che hanno gli alvei de' fiumi naturali.

Comunque sia, parmi che l' esperienza bastantemente ne faccia sicuri, che l' alzarsi dell' acqua nella sezione d' un fiume concorra il più delle volte ad accrescere la velocità alle parti inferiori; perciocchè se così non fosse, dovrebbero

le parti superiori premono le inferiori, e colla forza della caduta, le obbligano a ricevere uno sforzo di muoversi verso qualsivoglia differenza di luogo, che ridotto all' atto, produce nelle parti che ne

---

spesse volte seguire alzamenti molto maggiori di quelli che in fatti si osservano. Non è difficile farne prova col restrignere di vantaggio una sezione di qualche canale, la quale già sia delle più anguste di esso, onde non si possa sospettare, che tutta la larghezza non sia viva, e colla condizione che il canale abbia fondo, e sponde resistenti, affinchè non si alterino nell' atto dell' esperimento. Se per tal modo si ridurrà la larghezza v. g. alla sua metà, non si vedrà però l'acqua che dovrà passare per quella metà farsi alta del doppio di quel che era avanti l' apposizione dell' impedimento, ma per lo più si eleverà d' assai poco, e tanto meno quanto più lento sarà il moto del canale, e l' istessa altezza si vedrà continuare nelle sezioni susseguenti dalla parte di sotto, se ivi ancora o naturalmente, o artificialmente l' alveo sarà ridotto a simil larghezza; e pure se all' alzarsi dell' acqua non crescesse la velocità, dovrebbe l' altezza della sezione ristretta esser doppia della primiera altezza per compensare la larghezza primiera, che era doppia della residua. Qualche cosa di simile si osservà nel ridursi l' acqua d' un fiume fra le angustie de' piloni d' un ponte sotto cui debba passare, ne' quali casi non si troverà che nelle sezioni ristrette del ponte l' acqua arrivi a tale elevazione, che compensi di gran lunga la diminuzione della larghezza.

Tralascio altri riscontri di tal verità, che potrei dedurre dall' osservazione di più fiumi che si uniscano insieme, e da altre simili, parendomi che basti l'esperienza addotta, in cui non so vedere che per la spiegazione si possa ricorrere ad altro, che alla velocità accresciuta nelle parti inferiori per la pressione delle superiori, nelle quali la velocità dee all' incontro essere scemata piuttosto, che accresciuta per essersi coll' alzamento sminuita la loro discesa. Veggasene ciò non ostante un' altra riprova nell' annotazione prima del capo 10.

Posta dunque una tal dottrina almeno per ipotesi ci resta da avvertire, che sebbene le parti superiori di una sezione, ancorchè corrente, hanno forza di imprimere nelle inferiori quel grado di velocità, che conviene alla loro altezza, e pressione, nel modo che si è detto, nulladimeno non sempre sono in istato di produrre in tutto, o in parte tal' effetto, mentre ove le parti inferiori già si trovino affette d' una velocità maggiore, o eguale a quella che potrebbe produrre in esse la detta pressione, questa non opererà di sorta alcuna, come l' autore ha notato nel §. *Nel moto* di questo capo 4.°. Ove poi la velocità delle inferiori fosse minore, allora si accrescerà bensì la loro velocità, ma non già fino a quel grado che l' altezza, o pressione suddetta produrrebbe, se non vi fossero gli impedimenti, ciò non permettendo la resistenza di questi; ma solo fino a segno, che tra l' ampiezza delle sezioni accresciute per l' alzamento tra la velocità delle parti inferiori parimente aumentata, e tra quella delle superiori scemata in parte nell' istesso atto dell' alzarsi, venga a poter passare tutta l' acqua del fiume, e allora non seguirà più nè alzamento, nè cangiamento alcuno nelle velocità. Ciò si è dovuto avvertire, affinchè le parole dell' autore in questo luogo, cioè che per l' alzamento dell' acqua si produca nelle parti inferiori di essa *quel preciso grado di velocità*, che può prodursi da quella pressione (o come egli si spiega da quella *discesa* dalla superficie corrente della sezione) non s' interpretino come se egli intendesse, che generalmente in tutte le sezioni eguale altezza producesse, eguale velocità, benchè le sezioni fossero inegualmente impedite, il che è assai lontano dal suo intendimento, come si vedrà nel capo 7, e nell' 8 di questo trattato.

sono dotate, quel preciso grado di velocità, che loro avrebbe dato la discesa dalla superficie dell' acqua, sino al luogo nel quale ciascheduna di esse si trova; bisogna confessare, che *la velocità dell' acqua non solo dipende dalla discesa fatta per un alveo declive, ma ancora dal peso, o pressione esercitata dalle parti superiori, sopra le inferiori*, secondo la regola assegnata di sopra.

REGOLA VII.

Quindi è che *ne' fiumi presso le loro origini, dove regolarmente hanno cadute considerabili, la velocità dell' acqua si desume più dall' accelerazione, che dall' altezza del corpo dell' acqua medesima*, ma nello scostarsi che fanno dal loro principio (resa insensibile, e talvolta levata affatto la declività dell' alveo) ne siegue, che contrastando sempre gl' impedimenti alla velocità del fiume, finalmente si distrugga ogni grado di velocità acquistata per la caduta; ma non perciò si tolga il corso al fiume, sottentrando l' altezza dell' acqua a produrre quella velocità, che è necessaria allo scarico dell' acqua somministrata dalla parte superiore dell' alveo; (1) e perciò *i fiumi di poca declività sono più veloci di corso quanto maggiore è l' altezza viva dell' acqua che portano*.

(1) Per altezza viva d' acqua si dee intendere quì, ed altrove quella parte dell' altezza, che nella data sezione resta superiore al fondo regolare del fiume, ed eziandio superiore al livello del recipiente di esso per modo che cessando per avventura il corso del fiume niente d' acqua rimanga in quella parte della sezione. Ciò posto vuole la presente regola, che ne' fiumi poco declivi quanto maggiore è l' altezza viva dell' acqua, che il fiume porta, tanto egli sia più veloce di corso, il che se si parla d' un medesimo fiume, e di una medesima sezione di esso, non può avere difficultà alcuna, mentre supponendosi in simili fiumi la velocità dipendere o del tutto, o per la massima parte dall' altezza, e restare solamente raffrenata più o meno dagli impedimenti, ne siegue che ove l' altezza è maggiore, e gli impedimenti non sono punto maggiori (come accade in una medesima sezione d' uno stesso fiume) debba eziandio trovarsi velocità maggiore. Ma se si paragonano insieme diversi fiumi, ciascuno de' quali sia di poca declività, avvegnachè amendue di egual larghezza, tal regola non è rigorosamente vera senza qualche imitazione, cioè per verificarla convien supporre gli impedimenti nell' uno, e nell' altro di egual forza, e particolarmente che sia eguale quell' impedimento che nasce dalla tenuità della pendenza, che vuol dire che le pendenze sieno eguali. E la ragione è, perchè posta in due fiumi di tal natura eguale altezza d' acqua, non sarebbe tuttavia rigorosamente eguale la loro velocità se gli impedimenti predetti non fossero eguali, anzi per le cose dette nell' annotazione precedente maggior velocità si produrrebbe dalla medesima altezza d' acqua nel fiume meno impedito, che nell' altro più impedito; onde potrebbe ancora in quest' ultimo crescere alcun poco l' altezza, senza che la velocità oltrepassasse, nè pure uguagliasse la velocità dell' altro. L' istesso discorso si può applicare ad un medesimo fiume considerato in diverse sue sezioni.

Dipendendo dunque il corso de' fiumi, e dalla caduta, e dall' altezza del corpo di acqua, e non riconoscendo mai una parte di acqua, la sua velocità che da un solo principio; *può darsi il caso, che* trattandosi di tutta quella quantità di acqua che passa nel medesimo tempo per una data sezione di fiume, *una parte*, per esempio, l' inferiore *abbia la velocità regolata dall' altezza viva dell' acqua; e l' altra parte*, v. g. la superiore, *dalla discesa, trovandosene anche qualch' altra, nella quale si pareggino le efficienze delle due cause*, dimanierachè tutte le parti d'acqua inferiori ad essa, siano veloci per l' altezza dell' acqua, e tutte le superiori per la caduta.

Sia per esempio, il lago, o fonte ABE (*fig.* 14.) dal quale esca l' acqua, che debba scorrere per lo canale connesso, ed inclinato BK, e l' acqua nella prima sezione abbia l' altezza BA, e sia la linea ES l' orizzontale per la superficie dell' acqua del lago. Certa cosa è, che essendo l' acqua in B nel primo punto della pendenza BK, non può avere altra velocità, che la dovuta, all' altezza che ha la superficie del lago sopra il fondo B dell' emissario; e perciò il punto B avrà la velocità, ch' è dovuta all' altezza BR, o alla discesa EB, e la superficie dell' acqua nella prima sezione in A, avrà quella velocità, che è propria della discesa EA, o dell' altezza SA. Continuandosi poscia il moto per lo canale BK, ed accelerandosi continuamente tutte le parti dell' acqua; (1) si disporrà la superficie di questa in una linea curva ALI, che anderà sempre accostandosi al fondo BK a misura dell' accrescimento, che avviene alla velocità. Tirata perciò per lo punto E, la EO perpendicolare all' orizzonte; circa di essa, come asse, si descriva la linea curva EBDFP, che astraendo da tutti gl' impedimenti, dovrebbe essere parabolica. E supposto che l' acqua del fondo, giunta che sia in G, incontri tali impedimenti, che possano ridurla all' equabilità, si tiri per lo punto G la linea GDM orizzontale la cui parte MD mostrerà la velocità del punto G; e supponendo pure che le resistenze da G in K, continuino senza accrescersi, o sminuirsi; sarà la velocità da G, in K sempre la medesima; e perciò, per lo punto D tirata la linea DT, paralella alla MO, tutte le velocità del fondo anderanno a terminare nell' ambito della figura EBDT,

(1) La figura della superficie ALI fu già determinata dall' autore nella prop. 7. del libro 5. della misura delle acque correnti, supposto che il fondo BK sia piano, e il canale di larghezza uniforme per un' iperbola del quarto grado. Ha poi il p. abate Grandi nel capitolo 3.° del libro 2.° del trattato del movimento delle acque dimostrato qual debba essere l' istessa figura della superficie in diverse altre supposizioni della larghezza, e della figura del fondo, anzi nella prop. 20 del medesimo capo ha assegnata una regola generale per ritrovarla qualunque sia la linea del fondo.

composta della curva ED, e della retta DT. Ma perchè nella medesima sezione, la superficie L non è tanto veloce, quanto il fondo G, per avere minore la discesa, la cui differenza è CM; continuerà il punto L ad accelerarsi, v. g. sino al punto V, l' orizzontale del quale coincida con quella del punto G: ed allora l' acqua nella perpendicolare della sezione VX, sarà di eguale velocità, tanto nella superficie, che nel fondo del canale XK.

Questo caso però, se non è impossibile, almeno è molto raro, perchè regolarmente l' acqua è più impedita nel fondo, che nella superficie; e perciò, fattasi eguale la velocità di V a quella di G, non cesserà la velocità di V d' aumentarsi di vantaggio. Supponiamo dunque, che l' accrescimento della velocità si renda sempre maggiore sino in I, e quivi si faccia l' equabilità. Condotta dunque per lo punto I l' orizzontale IN, sarà FN la velocità di I; e perchè questa più non può accrescersi, condotta per F la linea FH, paralella ad NO, tutte le velocità della superficie dell' acqua da A in I ec. anderanno a terminare alla circonferenza EBFH, composta della retta FH, e della curva EBF, e le velocità di tutte le altre parti fra la superficie, ed il fondo avranno la sua equabilità ne' punti fra D, ed F, da ciascheduno de' quali, se si tireranno delle paralelle all' asse EO, saranno queste racchiuse fra le due DT, FH. Dal che si raccoglie, che in tal supposto la maggiore velocità del canale, o fiume nella parte inferiore al punto V, è nella superficie dell' acqua; minore nel fondo, e nelle parti di mezzo, tanto è maggiore, quanto più l' acqua sta lontana dal fondo, che è quello ch' io notai nello scolio della prop. IV. *del secondo libro della misura delle acque correnti*.

Ciò esposto, se dopo ridotte tutte le parti dell' acqua all' equabilità, s' incontrassero nuovi impedimenti, che levassero gran parte della velocità acquistata; certa cosa è che a proporzione della velocità levata, dovrebbe alzarsi il corpo d' acqua; la quale, quando nell' elevarsi, ricevesse dalla sua altezza tanta energia che potesse imprimere nelle parti più basse delle sezioni, velocità maggiore di quella che loro era restata, dopo la porzione levata dagli impedimenti; non v' ha dubbio che elevatasi l' acqua a tanta altezza, che le potesse bastare per iscaricarsi, non crescerebbe ella di vantaggio, ma in tale stato continuerebbe il suo moto, quando si continuassero gl' impedimenti medesimi.

(1) Per esempio, supponiamo che l' acqua nel correre, abbia acquistata nell' atto di ridursi all' equabilità una velocità competente a dieci

(1) A maggior dilucidazione di tutto il sistema dell' autore intorno alle diverse cagioni, e proporzioni delle velocità ne' diversi tratti del fiume, sia (*fig.* 61.) il piano del canale inclinato BK di uniforme larghezza, sopra il quale scorra il

piedi di caduta, o di discesa, e che perciò l'acqua, attesa anche la sua quantità reale, debba scorrere con un' altezza di corpo di quattro piedi nella sua sezione. Questa altezza dunque dovrebbe sempre mantenersi, continuandosi gl' istessi impedimenti, e la stessa larghezza, e pendenza di alveo. Ma incontrandosi maggiori resistenze, supponiamo che queste levino a tutta la sezione del fiume, la metà della velocità antecedente. È certo *per la prop.* 3. *del primo libro della misura delle acque correnti*, che in tal caso l' altezza dell' acqua dovrebbe crescere il doppio, cioè a piedi 8; ma perchè, se alla discesa di piedi 10 corrisponde una velocità determinata, la metà di essa non compete che una quarta parte della predetta caduta, cioè a piedi due

---

fiume con moto che sensibilmente si vada accelerando per tutto il tratto BG, onde le sezioni di esso AB, GL si vadano di mano in mano rendendo meno alte, e la superficie AL accostando al fondo con disporsi nella linea curva AL, la quale, facendo astrazione dagl' impedimenti, dovrebbe essere, come poc' anzi si è detto, del genere delle iperbole, ma a cagione di questi potrà secondo la loro diversa situazione, e attività essere d' altra natura. Giunto poscia il fiume alla sezione GL, poniamo che la velocità di ciascuna parte dell' acqua tanto nella superficie, quanto nel fondo, e nel mezzo sia ridotta ad una equabilità sensibile (comecchè con diversi gradi di velocità nelle diverse parti) e che per lo tratto susseguente GK tale si mantenga continuando fino in K gli impedimenti sempre uniformi. Dovrà dunque nel detto tratto GK mantenersi eziandio l'altezza GL, KM sempre d' una costante misura, e però la superficie LM si stenderà in una linea retta paralella al fondo GK. Ma posto che nella sezione KM s' incontri un ostacolo atto a scemare, o in ciascuna parte dell' acqua, o in alcuna di esse il detto grado di velocità equabile, certo è che non potendo sotto la primiera altezza MK passare tutta la quantità dell' acqua che porta il fiume, dovrà questa accumularsi, e sollevarsi ad altezza maggiore. Facendo dunque come la velocità media risultante da tutte le velocità residue delle parti dell' acqua dopo incontrato l' impedimento, alla velocità media primiera risultante dalle diverse velocità che esso avevano prima d' incontrarlo, così la primiera altezza KM alla KC, sarebbe KC quell' altezza, fino a cui si dovrebbe alzar la sezione impedita, se nello stesso atto d' alzarsi le parti inferiori non potessero riacquistare dalla pressione delle superiori alcuna parte della perduta velocità, il qual caso seguirebbe quando la velocità loro, benchè scemata dall' impedimento, fosse ancor maggiore di quella che potrebbe produrre la pressione KC. Ma se al contrario la detta velocità residua fosse minore di tal misura, egli è manifesto, che per dar passaggio a tutta l'acqua del fiume non vi sarebbe bisogno di tutta l' altezza KC, ma si dovrebbe dare un termine di alzamento D inferiore al punto C, in cui l' altezza della sezione bastasse per l' appunto a smaltire colla velocità così aumentata tutta quell' acqua, che senza il detto aumento avrebbe richiesta l' altezza KC, e però alzatasi la sezione fino in MD cesserebbe l' alzamento, e la superficie si stabilirebbe in D.

Dove è da notare, che sebbene le parti inferiori dell' acqua verso il fondo K per l' alzamento seguito fino in D si suppongono rendute dalla pressione DK più veloci di quel che sarebbero state dopo la diminuzione fatta alla velocità loro dall' impedimento incontrato, al contrario le parti verso la superficie D debbono

e mezzo; potrà l' altezza primiera dell' acqua fare qualche sforzo contro le resistenze; ma non bastando, nel elevarsi che farà l' acqua trovando la velocità competente alla caduta di soli piedi due e mezzo, sottentrerà essa a premere le parti inferiori dell' acqua, e ad imprimere loro gradi maggiori, non permettendo che gli ostacoli levino tutta quella velocità, che per altro avrebbero levata. Onde quando si sarà alzata l' acqua tanto che basti a restituire alla sezione intiera tutta quella somma di velocità, che le è dovuta per iscaricarsi, non s' alzerà di più; ma fermerassi nell' alzamento acquistato. E perchè in tale stato necessariamente dee darsi, che in tutte le parti dell' acqua si trovi dimezzata la primiera velocità, ma in alcune più, in altre

---

essersi rendute meno veloci, come quelle che non pure non ponno rinfrancarsi di tal perdita in virtù della pressione (la quale presso D è piccolissima, e nello stesso punto D affatto nulla) ma hanno di nuovo perduto nell' alzarsi fino in D qualche parte di quella velocità che avevano acquistata per la discesa antecedente fino a quella sezione. Si dispensano dunque talmente le velocità nelle diverse parti dell' acqua, che la velocità media della sezione stabilita DK riesca bensì maggiore della velocità media della sezione KC, che competerebbe alle velocità residue dopo l' impedimento, ma riesca all' incontro minore della velocità media della sezione KM, per cui la medesima quantità d' acqua sarebbe passata se non avesse incontrato l' impedimento che l' obbligò ad alzarsi; onde in simili casi vi è sempre perdita di velocità non ostante il ristoro che ne fa la pressione.

Non si può figurare, che l' impedimento predetto rallenti solamente la velocità della sezione KM, senza che faccia eziandio qualche remora alle altre sezioni superiori presso KM, ne che il pelo del fiume sollevato fino in D si sostenga senza spandersi al di sopra sulla superficie ML, onde è manifesto, che in essa ancora dovrà seguire qualche alzamento, e che tal' effetto dovrà estendersi fino a un certo termine come NO, più o meno lontano dalla sezione KM secondo la situazione, e la resistenza diversa dell' impedimento, con questo tuttavia che le sezioni predette siano di mano in mano meno impedite, a misura che sono più lontane dal sito KM, disponendosi il pelo rialzato come in DN in positura meno inclinata di LM fino a quella sezione NO, che è la più alta di tutte quelle, alle quali può propagarsi la resistenza cagionata dal detto impedimento.

Tutto ciò dee esser vero di qualunque natura sia, e in qualunque modo operi l' ostacolo che abbiamo figurato apposto alla sezione KM; che se in alcune delle sezioni susseguenti, e inferiori a KD cessasse il detto ostacolo, è manifesto che l' acqua del canale potrebbe di nuovo abbassarsi, e ripigliare con nuova discesa tutta, o parte della perduta velocità; ma se l' ostacolo, o impedimento predetto da KD in giù fosse uniformemente continuato, dovrebbe continuare il fiume a correre sotto altezza eguale a KD.

Questo caso non meglio si può figurare in pratica, che supponendo consistere l' impedimento in una diminuzione di pendenza dell' alveo che siegua nel punto K, riducendosi questo dalla positura KI all' altra meno declive KF, nel qual supposto scemandosi (per le cose dette in altra annotazione) la primiera velocità nel passaggio K da un piano all' altro si riduce il canale ad un nuovo grado di celerità terminale, anch' essa equabile, ma minore di prima, quando da K in giù gli impedimenti sieno uniformi, onde le altezze delle sezioni KD, FQ si

meno della metà, di manierachè gli eccessi, e i difetti da questa, vicendevolmente si compensino; quindi è, che quelle parti che avranno velocità tale, che possa essere accresciuta dall' altezza dell' acqua, nell' accrescersi che fa successivamente, ricupereranno qualche parte della perduta velocità, e quelle che non ostante la perdita fattane, ancora conservassero il rimanente maggiore di quella, che potesse contribuire l' altezza dell' acqua predetta, la riterrebbero nello stato medesimo senza veruna alterazione, se pure i moti sregolati che fa l' acqua nell' alzarsi di corpo, non servissero di nuovo impedimento. Dal che apparisce che l' acqua predetta non si eleverebbe agli otto piedi supposti, se non nel caso che la velocità dell' acqua vicino al fondo, restasse scemata della sua metà; ed altrettanta fosse la velocità, colla quale scorressero gl' altri quattro piedi di altezza aggiunta.

---

rendono di nuovo eguali, e la superficie DQ si stende in una retta paralella al fondo.

Per l' istessa ragione se in un altro punto inferiore F succederà nuova diminuzione di pendenza, passando l' alveo dalla direzione KFR alla meno inclinata FS, dovrà la sezione FQ alzarsi come in FT, alla quale saranno eguali tutte le altre susseguenti come SV; e così in ogni altro cangiamento che seguisse di sotto al punto F; e molto più se l' alveo si riducesse ad essere affatto orizzontale, e con tali diminuzioni di velocità può darsi che si spenga affatto la velocità della discesa, e che tutta quella che ha il fiume si debba riconoscere dall' altezza, come l' autore ha detto nella spiegazione di questa regola 7, onde il moto della superficie dell' acqua si debba unicamente attribuire all' adesione delle parti superiori alle inferiori, che seco le strascinano, come egli spiega poco dopo nella regola 8 al §. *Non è da tacere*, e di nuovo nel cap. 7 §. *Di nuovo*. Questo caso di spegnersi affatto, o quasi affatto la velocità della discesa suppone egli essere il più ordinario ne' fiumi, quando sono ridotti a pendenze piccolissime, e quasi insensibili come vedrassi nel capo 7.

Si è figurato che i cangiamenti di pendenza del fiume si facciano per mezzo d' angoli sensibili ne' punti K, F, ed altri simili, ma l' istesso effetto in ordine all' alzamento delle sezioni, succederebbe se tali mutazioni seguissero a poco a poco, onde il fondo del canale formasse una curva seguita KFS; perocchè sebbene non si darebbe allora quell' improvvisa diminuzione di velocità, che dee seguire passando da un piano all' altro, tuttavia sempre sarebbe vero, che l' acqua, supposti gli impedimenti uniformi minor resistenza troverebbe a scorrere per le parti superiori, e più declivi, che per le inferiori, e meno declivi, onde sempre dovrebbe scemare la velocità della discesa, e coll' alzamento dell' acqua farsi luogo a quella della pressione.

Si è anche supposto, per seguire la dottrina dell' autore, che la velocità prima di restare positivamente diminuita dagli impedimenti nella sezione KM fosse stata fisicamente equabile per lo tratto del canale GK, ma ciò non è assolutamente necessario, potendo darsi che tale sia l' impedimento incontrato in K, che basti non pure ad impedire ulteriore accelerazione, ma a distrugger parte della velocità acquistata, ancorchè questa non fosse per anco renduta equabile, come se il fiume da A in M si fosse perpetuamente accelerato, e poi si rallentasse in K senza passare per l' equabilità in alcun tratto intermedio.

Perchè dunque, come si dirà a suo luogo le inclinazioni degli alvei sempre più si sminuiscono, quanto più si scostano dal loro principio; quindi ne nasce, che trovandosi sovente essere così poca *la declività dell' alveo*, che l' angolo formato dalla linea del fondo con l' orizzontale, non arrivi ad essere sensibile, (come appunto è in un pendio simile a quello del nostro Reno, che nelle parti inferiori non arriva a cinquantadue seconde) perciò tal declività in alcuni casi *poco opera a rendere veloci le acque de' fiumi, fuorchè nelle parti molto vicine alla superficie dell' acqua*, che sono assai dilicate per risentire ogni picciolo sconcerto del loro equilibrio: Onde è, che *le parti più vicine al fondo, non scorrono al basso per cagione del declivio dell' alveo, ma solo per l' altezza dell' acque superiori*, così le mezzane, e le più alte, secondo la diversa declività del fondo dell' alveo.

REGOLA VIII.

Ciò fa conoscere, che *l' acque libere de' fiumi hanno diverse velocità in ognuna delle perpendicolari della stessa sezione*, poichè le parti superficiali ponno avere una velocità apparentemente considerabile; le più basse un poco meno; quelle di mezzo molto più; e le vicine al fondo (prescindendo dalle resistenze) anche più: ma in realtà (mettendo queste a conto) qualche cosa di meno di quelle del mezzo; dal che pare a prima vista, rendersi dubbiosa ogni regola di misurare le acque correnti. Contuttociò, (1) se il metodo assegnato

(1) L' ingegnoso metodo di cui fa quì menzione l' autore, consiste nell' addattare ad una sezione naturale del fiume, una sezione artificiale, o regolatore in figura di rettangolo, per cui si faccia passare tutta l' acqua del fiume, e che sia fornito di una cateratta, che si possa calare da alto fino al fior d' acqua, o alquanto più sotto, e con tal mezzo obbligar l' acqua che viene dalla parte di sopra ad alzarsi, appoggiandosi alla cateratta, finchè la superficie di essa divenga permanente, il che fatto si renderà la detta superficie per qualche tratto all' insù equilibrata, e stagnante, onde il fiume si potrà in quel sito riputare come un vaso, in cui entri tant' acqua quanta ne esce per la detta sezione artificiale di sotto alla cateratta (che è la medesima quantità, che passava per tutta la sezione naturale del fiume), la quale farà le veci d' una luce rettangola aperta nella sponda di quel vaso. Misurando dunque dalla superficie dell' acqua ristagnata fino al di sotto della cateratta immersa nell' acqua, si avrà l' altezza dall' acqua del vaso sopra la sommità della detta luce, dalla quale altezza unicamente dipenderà in tal caso la velocità di ciascuna parte dell' acqua che passerà per quella sezione, onde avendosi la misura, e della larghezza della detta luce, e della sua altezza corrente dal fondo della cateratta a quello del regolatore, non è difficile fare il calcolo della quantità dell' acqua, purchè da altre sperienze si sappia quanta ne esca in un dato tempo da un vaso per un dato foro sotto una data altezza, e purchè si abbia riguardo all' inclinazione del fiume, ove questa fosse assai sensibile

da uoi *nel libro 4. della misura delle acque*, s' applicherà a' luoghi proporzionati ne' quali l' altezza viva dell' acqua sia la più grande, che avere si possa; e che l' alveo sia di poco pendio; e coll' avvertenza negli altri casi di toglier di mezzo tutta la velocità acquistata per la caduta, che ordinariamente è nelle parti superficiali dell' acqua (il che si fa esquisitamente coll' abbassare le cateratte, motivate *in detto libro*; anzi si può farne la prova, con fare il calcolo dell' acqua corrente più volte, tenendo abbassata la cateratta, ora più, ora meno: il che anche maggiormente assicura, che le larghezze de' regolatori siano vive) non sarà affatto impossibile di misurare qualunque acqua corrente. Anzi ne' casi di poca pendenza di alveo, e ne' fiumi che si chiamano rassettati di corso, la velocità della superficie trascurata non può fare molto divario; anzi piuttosto con quest' aggiunta si può assai bene compensare ciò che detrae alla vera misura, l' impedimento delle sponde, e del fondo de' regolatori.

Non è da tacere un' altra cagione che opera nel far crescere, o sminuire la velocità nelle parti dell' acqua, o debbasi essa desumere dalla caduta, o dall' altezza: ed è l' aderenza o viscosità, o collegazione, benchè poca, che hanno insieme le particelle, tutto che minime, dell' acqua. Perchè siccome vediamo che *rallentandosi il moto vicino alle sponde, vengono similmente, benchè sempre meno, impedite anche le parti da esse più lontane;* e che all' incontro, ristringendosi

---

per determinare rigorosamente l' altezza dell' acqua sopra il centro di velocità della luce. Veggasi il detto libro 4.° della misura delle acque correnti nel luogo citato.

Un tal metodo è certamente il più reale che sia stato suggerito a quest' uso, e si potrebbe mettere in pratica almeno in qualche canale di mediocre portata, raccogliendone poscia attualmente tutta l' acqua per un dato tempo, e misurandola per riprova di quello che si fosse conchiuso da tale sperienza; intorno alla quale il principal dubbio che si possa movere, consiste in ciò, che già si è accennato in altra annotazione di questo capo, cioè nel paragone della quantità assoluta dell' acqua, che porta il fiume con quella che esce dal foro d' un vaso, potendosi dubitare se quando al vaso fosse applicato un canale (come lo è in tale sperienza alla luce del regolatore) ne uscisse sotto eguale altezza quella stessa quantità assoluta, che uscirebbe dalla medesima luce, ove sboccasse liberamente nell' aria, potendone far diffidare il sostentamento dell' acqua che fanno il fondo, e le sponde del canale, e la modificazione delle velocità che indi potrebbe nascere. Ben pare verisimile, che facendo tale sperienza in due canali diversi la proporzione che si dedurrebbe delle loro portate, non dovesse andar troppo lontana dal giusto, attesa la costante regola che si vede serbar la natura nelle velocità sempre in ragione dimidiata delle altezze, quando nelle prove si adoperano sempre, o semplici fori, o tubi cilindrici, o conici ec. ma il supporre la quantità assoluta dell' acqua la medesima quando alla sezione non è applicato alcun canale, che quando vi è applicato non può passare senza qualche ragionevol sospetto. Veggasi quello che si è avvertito in altra annotazione del presente capo.

il filone alla ripa, la velocità di questo influisce ad accelerare l' acqua vicina, non ostante la resistenza che vi trova, così è fuori d' ogni dubbio, che trovandosi le parti inferiori con moto assai veloce, ne dovranno comunicare qualche parte alle superiori, e che nella medesima maniera gl' impedimenti del fondo ritarderanno non solo l' acqua che vi sta immediatamente vicina, ma anche quella che da esso maggiormente si scosta: e questa è una delle ragioni, per la quale ne' canali orizzontali s' osserva qualche velocità nella parte superiore dell' acqua mentre per altro, non avendo questa veruna pressione, parerebbe che secondo ogni ragione, dovesse restare priva d' ogni moto, o solo averne quel tanto, che può conciliarle in qualche parte la declività della superficie, che è insensibile. E da ciò anche deriva in parte, che nelle piene de' fiumi, le acque si rendono più veloci; poichè accrescendosi per la maggiore altezza dell' acqua, la velocità alle parti inferiori, questa viene ad essere participata ancora alle parti superiori, per ragione dell' aderenza che hanno queste con quelle. Di tale variazione però nella misura dell' acque non si dee tener conto veruno: attesochè, quanto di moto le meno veloci assumono in se, per la comunicazione delle più veloci, altrettanto queste ne perdono; e non per altro le più veloci si ritardano per la vicinanza di altre meno veloci, se non perchè le prime si spogliano di una parte della propria velocità, partecipandola alle seconde; ond' è che per tale ben aggiustata compensazione, non accrescendosi, nè sminuendosi la somma del moto, ne meno si altera la velocità media, dalla quale principalmente dipende la misura dell' acqne correnti.

Da tutto il predetto si può raccogliere per modo di epilogo: 1.° che *due sono le cause immediate della velocità nelle acque de' fiumi*, cioè una, la declività dell' alveo, e l' altra, l' altezza viva del corpo dell' acqua, o per dir meglio l' accelerazione del moto acquistata nel discendere dell' acqua per l' inclinazione dell' alveo, e la celerità dovuta alla caduta dall' altezza viva della sezione, sino alla parte di acqua, da essa resa veloce: 2.° Che *dette due cause non operano unite; ma solo per ragione della prevalenza*, dimodochè, se più vale l' accelerazione del pendío, che l' altezza viva dell' acqua; a quella e non a questa deesi la velocità, e per lo contrario: 3.° Che *nella medesima sezione, ma non nella medesima parte dell' acqua può avere luogo l' una e l' altra di dette cause nello stesso tempo*, dimodochè una parte riconosca la sua velocità dall' altezza dell' acqua, l' altra dal pendío dell' alveo: 4.° Che *ne' fiumi di poca declività ha luogo, per la maggior parte, la velocità nata dall' altezza dell' acqua, ed in quelli, che hanno molta caduta, può aver luogo questa più che l' altezza, in rendere l' acqua veloce; ed in qualche caso può operare la sola caduta*: 5.° Che *la velocità della superficie dell' acqua è sempre effetto*

della declività di essa, e ne' canali orizzontali, anche della viscosità, che si trova fra le parti dell' acqua: 6.° Che *nella misura dell' acque correnti si dee fare in modo, che tutta la velocità della sezione dipenda dalla sola altezza*, il che si può ottenere, abbassando delle cateratte sotto la superficie dell' acqua che l' obblighino ad elevarsi e ad accrescere le velocità inferiori, se ve ne sono provenienti dall' accelerazione per lo pendío. Dal che si può dedurre: 7.° Che (1) *i fiumi, i quali non hanno sensibile declività, tanto saranno più veloci, quanto maggiore sarà il corpo d' acqua che porteranno*, supposta in essi eguale la larghezza dell' alveo; o pure *quanto maggiore sarà la loro altezza viva*: 8.° E finalmente, che *i fiumi, i quali portano eguale quantità di acqua, quanto saranno più ristretti, saranno anche tanto più veloci; quanto più larghi, tanto meno veloci*, e perciò nelle sezioni più strette del medesimo fiume, s' osserva maggiore velocità di corso.

CAPITOLO QUINTO

Della situazione del fondo de' fiumi, cioè delle profondità, larghezze, e declività de' medesimi.

Ammettendo per certo ciò che diffusamente abbiamo spiegato nel capitolo antecedente, passeremo ora per così dire ad anatomizzare gli alvei de' fiumi, in ordine alle loro profondità, larghezze, e declività; e perchè queste meritano maggior riflessione, s' incomincierà a discorrere di esse.

(2) È concetto, quasi universale degli uomini, che i fiumi richiedano

---

(1) Vedi la limitazione a questa regola da noi accennata di sopra, e quel di più, che diremo nel capo 7.

(2) Fa d' uopo nella presente materia distinguere la declività del fondo da quella della superficie, potendo l' una esser diversa dall' altra, e mancare per avventura o l' una, o l' altra, o amendue, come di mano in mano si vedrà. Si dee ancora avvertire, che le declività si debbono intendere rispetto ad una linea o superficie concentrica alla terra, e per conseguenza curva (comecchè in piccole distanze sensibilmente retta) e non rispetto a ciò che i geografi chiamano orizzonte fisico, che è un piano, o una retta tangente la detta curvità, per le quali rette si traguarda cogli strumenti da livellare. Gli alvei de' fiumi hanno bisogno di abbassarsi sotto questa visuale (secondo che deduco dalle misure rilevate nell' eccellente opera del sig. Jacopo Cassini della grandezza della terra) oncie 8 e mezzo in circa per miglio in misure bolognesi, ad effetto non già di esser declivi, ma di non essere acclivi, perciocchè tanto appunto si alza la visuale del livello sopra la superficie del mare nel detto spazio, onde quando abbiano tale inclinazione saranno precisamente orrizzontali, e avendone di più, allora solo saranno declivi. Il confondere questi termini può dar luogo a gravissimi abbagli,

della caduta, acciò l'acque possano correre; cioè che sia necessario che il fondo del fiume sia inclinato all'orizzonte, acciò le acque possano portarsi al loro termine. Non s'accordano però tutti gli autori in assegnare la quantità necessaria di questo declivio; poichè Vitruvio *lib.* 7 *cap.* 8 per gli acquidotti ricerca un mezzo piede di caduta, per ogni cento piedi di lunghezza, *ne minus in centenos pedes semipede*, cioè a dire, 25 piedi per miglio. Il Cardano *de variet. lib.* 1 *cap.* 6 per condurre canali d'irrigazioni, si contenta d'un'oncia ogni 600 piedi di lunghezza, che sono oncie otto, e un terzo per miglio; ma per gli acquidotti chiusi, come per gli sifoni, e per li tubi, *omnis*, dice egli, *differentia satisfacit... in canalibus, et rivis non ita*. Leon Battista Alberti, e lo Scamozzi, ne vogliono un piede per miglio; ed il Barattieri *archit. de acq. par.* 1 *lib.* 6 *cap.* 5 determina, col consenso de' migliori architetti, che la caduta necessaria ad un fiume debba essere la mille ottocentesima parte della lunghezza; cioè a dire, piedi due, e tre quarti per miglio.

Io non posso darmi a credere, che alcuno degli autori predetti voglia intendersi, che se un fiume, o acquidotto non abbia un piede, o due, o tre ec. di caduta, non possa per esso avervi corso l'acqua. Ed in fatti il Barattieri, sapendo bene che molti fiumi scorrono al mare, senza che i loro alvei abbiano la caduta da esso ricercata, asserisce essere ella solo necessaria, acciò le acque possano correre *comodamente bene*: forma di parlare assai equivoca, come esprimente un grado di velocità estimativo, il quale, secondo le circostanze, può essere diverso, e necessaria perciò diversa declività per ottenerlo; anzi *nel cap.* 6 cerca egli il modo, con che le acque *possano farsi l'impulso necessario da fare il moto, per correre sopra piani orizzontali, ovvero poco pendenti*.

Basta riflettere al principio d'Archimede, addotto da esso nel libro *de insidentibus aquae*, ed a ciò che da noi è stato dimostrato *nel primo capitolo alla prop.* 4 per mettere in chiaro che le acque per portarsi da un luogo all'altro, non hanno bisogno d'alcuna inclinazione di alveo; e se non altro, basta consultare l'esperienza, la quale giornalmente mostra che le acque stagnanti dispongono la propria superficie in un piano orizzontale, e che aggiugnendosi da una parte acqua nuova, non resta essa sollevata sopra la primiera; ma abbassando se medesima, o spinge l'altra fuori del vaso, o fa alzarla di superficie, sin che di nuovo si faccia l'equilibrio: e ciò qualunque sia la disposizione del fondo. Noi dimostreremo dunque questa proposizione.

PROPOSIZIONE I.

Acciò un fiume corra al suo termine, non è necessario che il di lui fondo abbia alcuna declività.

Sia AB (*fig.* 15) il fondo d'un canale, sopra cui sia l'acqua equilibrata all'orizzontale FC, e comunicante con CD, che s'intenda essere la superficie del mare; e suppongasi che dalla parte AF sia aggiunta l'acqua FG: certa cosa è, ch'ella non potrà restare in FG; ma premendo la sottoposta AH, l'obbligherà a scorrere verso B, qual volta le sia impedito il flusso dalla parte di AF; e perciò l'acqua del canale AB, scorrerà sopra il fondo AB orizzontale, verso il mare CBED. Che se s'intenderà che successivamente dalla parte di AF, venga somministrata nuov'acqua, dovrà conseguentemente continuarsi il corso da A in B, che sarà sempre uniforme, se uniforme sarà l'ingresso dell'acqua nel canale, e resti nello stato medesimo la superficie del mare CD. Non è dunque necessaria alcuna declività nel fondo d'un fiume, o canale, acciò l'acqua vi scorra; ma (1) basta che la superficie della posteriore sia più alta di quella dell'anteriore, abbenchè la differenza sia insensibile. Il che ec.

COROLLARIO I.

Di qui è manifesto, che potendo l'acqua FG aggiunta, essere così poca che non abbia sensibile proporzione a quella del canale AB, *può darsi il caso, che il corso dell'acqua del detto canale* AB, *rendasi inpercettibile, e che la superficie dell'acqua corrente* FC, *resti come orizzontale*, e stagnante: ma *se l'acqua* FG *sarà in maggior copia, sarà anche più sensibile il corso, e più manifesta l'inclinazione della superficie.*

---

(1) Questa condizione non si dee prender per regola universale in tutti i canali di fondo orizzontale, potendosi dare molti casi che essi abbiano anco la superficie orizzontale, come l'autore avverte poco dopo nel §. *Ciò è vero*, ma si vuol ristrignere a' supposti di questa proposizione, cioè che sopra il fondo AB (*fig.* 15.) intestato dalla parte di A venga versata dell'acqua, la quale entro lo stesso canale si accumuli a qualche altezza GH; anzi per quanto a me sembra ne pure è necessaria in tal caso l'altra condizione, che entro il canale rigurgiti l'acqua del mare, parendomi che la dimostrazione che egli adduce, abbia luogo ancorchè il fondo del canale fosse superiore alla superficie del mare, o d'altro recipiente. Non così sarebbe ove l'acqua si facesse passare per qualche sezione del canale orizzontale sotto una altezza limitata e permanente, come tra poco vedremo. Colla medesima restrizione si vuol intendere ciò che si aggiugne appresso nel corollario 2, cioè che quanto maggiore è il corpo d'acqua, che dee passare per lo canale orizzontale, tanto maggiore sia la declività della superficie.

COROLLARIO II.

Quindi è evidente, *non potersi determinare veruna declività, necessaria alla superficie dell' acqua, acciò essa possa correre*, come pretende il Barattieri *nell' allegato cap.* 6 ma solo in genere può dirsi, che *quanto maggiore è il corpo d' acqua che dee passare per l' istesso canale orizzontale, tanto maggiore necessariamente sarà la declività della superficie*; prescindendo però sempre dall' impeto impresso, in vigore del quale può l' acqua scorrere colla sua superficie non solo orizzontale, ma ancora acclive, come s' osserva in molti casi.

Ciò è vero ogni volta, che il fondo AB (*fig.* 16.) s' intenda più basso del livello dell' acqua CD, ed in maniera che l' altezza di essa CB, sia d' impedimento al corso del canale orizzontale AB: (1) ma

(1) Il divario tra' canali orizzontali di fondo più basso, e quelli di fondo più alto, o eguale alla superficie del recipiente, cioè che i primi abbiano la superficie inclinata, e gli altri paralella al fondo, non sembra che universalmente sia vero, come già in parte si è mostrato nella nota precedente; e a maggior dilucidazione di tutta questa materia de' fiumi orizzontali, intorno alla quale molti sono restati con qualche dubbietà, giova che di nuovo sopra ciò alquanto ci tratteniamo, stando sempre sulle ipotesi dall' autore stabilite nel precedente capo.

Intendasi il lago inesausto CBAD (*fig.* 62.) cioè a dire, tale che la sua superficie CB sempre si mantenga allo stesso orizzonte, o sia per la sua smisurata ampiezza in proporzione dell' emissario BA, che le si suppone addattato, o sia perchè ad ogni momento tanto venga rialzata con nuova acqua, quanto si abbasserebbe per quella che ne viene estratta. Sotto la superficie CB sia applicato al lago il fondo orizzontale AG di un canale d' uniforme larghezza, e di sponde rette, alte al pari della detta superficie, il quale abbia l' esito in G libero da ogni ristagno d' altr' acqua, e stendasi quella del lago entro del canale sino alla sezione dello sbocco GO, trattenuta ivi in equilibrio da una cateratta apposta alla detta sezione, la quale venga poi alzata ad un tratto fino sopra la superficie CBO. Comincierà dunque ad un tempo stesso ciascuna parte dell' acqua, che si affaccia alla sezione GO di sotto al punto O ad uscir fuori secondo una direzione paralella al piano delle sponde, alla quale viene determinata dalle sponde medesime XY, che si vogliono supporre perfettamente spianate, e continuate qualche tratto oltre lo sbocco GO nella medesima altezza, e nel medesimo piano; e la detta direzione di ciascuna parte dell' acqua che esce, non potrà per quel primo istante essere che orizzontale, impedendo l' acqua che rade il fondo, che quella che immediatamente le è sopra, non discenda nel luogo di essa, e questa altresì ostando alla discesa dell' altra più alta, e così di mano in mano tutte le altre, onde prenderanno tutte quel grado di velocità orizzontale, che è dovuto alla pressione di ciascuna. Ma perchè alla parte G che scorre sul fondo, mancherà subito l' appoggio di questo, e con ciò mancherà all' altre superiori il sostegno delle inferiori che le reggevano, comincieranno altresì tutte a discendere col momento della propria gravità, onde fuori del canale cangerà ciascuna la sua direzione, e tutta l' acqua formerà una cascata, la quale (posto che al canale AG ne fosse continuato un altro perpendicolare GV dell' istessa larghezza) dovrebbe disporsi in un piano OT tirato per lo punto della superficie O, essendo GI due terzi di

se il fondo AB fosse nella stessa linea orizzontale con BD, o più alto, allora avrebbe luogo ciò che da noi è stato dimostrato *al corollario* 1.° *della prop.* 1.ª *del libro* 5.° *della misura delle acque correnti*; cioè, che la superficie dell'acqua, la quale scorre per li canali orizzontali, dee essere sempre paralella al fondo di essi; e ciò pure si dee intendere, o prescindendo dalle resistenze del fondo, e delle sponde; o pure supponendole, da per tutto eguali; altrimenti, perchè vicino all'uscita si sminuiscono le predette resistenze, ivi l'acqua

---

GO, come l'autore ha mostrato nel corollario 1.°, e 2.° della proposizione 5.ª del libro 5.° delle acque correnti. Ma frattanto è forza che le parti dell'acqua contenute entro il canale BG, al primo uscire che hanno fatte quelle che si affacciano alla sezione GO, si siano avanzate anch'esse verso la detta sezione, ciascuna con quella velocità e direzione, con cui è uscita quella parte che si presentò alla sezione GO nel medesimo filo orizzontale d'acqua, non potendosi pensare nè che alcuna parte si mova obbliquamente, attesa l'uniforme larghezza del canale, nè che le anteriori si discontinuino dalle susseguenti, nè che le superiori scendano nel luogo delle inferiori, imperocchè sebbene queste sono più veloci di quelle, tuttavia essendo tutte quelle che radono il fondo egualmente veloci, cioè tutte in quel grado che conviene alla pressione che soffrono, non ponno con lo scostarsi una dall'altra dar luogo alle superiori, ne queste per una simil ragione ponno concederlo alle altre più alte. Correrà dunque tutta l'acqua del canale di sotto alla superficie BO, verso lo sbocco GO. Ma quanto alle parti infinitamente piccole, che costituiscono la detta superficie, non essendovi alcuna pressione, nè altra forza che le obblighi a moversi, e volendosi di nuovo metter a parte ogni aderenza, viscosità, o attrazione, che dir si debba, si staranno immobili, e tali sempre si manterranno. E sebbene si dee supporre, che la parte infinitamente piccola O, che è alla superficie dello sbocco, al cadere delle altre inferiori della sezione GO, cada anch'essa, e che nel luogo da lei lasciato vadano succedendo le altre del filo d'acqua BO, tuttavia non potendo ella nel principio della sua discesa concepire che quella velocità infinitamente piccola, che conviene nel primo istante ad un corpo che cada dalla quiete, anche il moto delle altre, che succederanno nel luogo di O, si farà con velocità infinitamente piccola, onde la superficie BO sarà da considerare come senza alcun moto. Sarà dunque la superficie tutta del canale orizzontale, ed immobile. Nè si può dubitare che non sia permanente, cioè che essa si abbassi entro il canale; imperocchè non potendosi per la supposizione abbassare quella del lago CB, egli è evidente, che il lago sarà per tramandarne sempre per l'emissario BA quantità eguale in tempi eguali, onde il corso del canale rimarrà sempre nel medesimo stato. Dunque sarà il canale BG corrente, con superficie orizzontale, immobile, e permanente. A questi canali, che ponno chiamarsi perfettamente orizzontali, si applica ciò che l'autore ha dimostrato ne' libri 3. 5. 6. della misura delle acque correnti.

È da avvertire, che se la cateratta non fosse stata apposta precisamente allo sbocco del canale, ma ad altra sezione di esso come MN (*fig.* 63.) più vicina all'emissario BA, o pure nell'emissario stesso, ritenendo tutte le altre circostanze del caso precedente la parte BM della superficie tra l'emissario, e la cateratta dovrebbe come prima essere orizzontale, ed immobile, ma dalla cateratta andando verso lo sbocco la superficie dovrebbe inclinarsi prendendo (come è

si renderà più veloce, e conseguentemente s'abbasserà di corpo, descrivendo colla sua superficie la linea curva FGH. Ma se il canale AB s'intenderà prolongato indefinitamente dalla parte di A, dimodochè il corso dell'acqua non risenta il difetto delle resistenze vicino all'uscita, allora si verificherà esattamente la proposizione predetta.

Essendosi adunque dimostrato, che l'acqua per condursi da un luogo all'altro, non ha bisogno di declivio nel fondo dell'alveo, ma solo che la di lei superficie sia regolarmente qualche poco più alta

---

facile il dimostrare supposte coll'autore le velocità in ragione dimezzata delle altezze) le figure paraboliche MV, MR, MG di mano in mano più ampie, se pure superficie può chiamarsi il termine de' viaggi sincroni delle diverse parti dell'acqua, che andrebbe passando per la sezione MN; nè potrebbe giammai la superficie intesa in questo senso arrivare a farsi permanente, e orizzontale in MO, avvegnachè quando lo sbocco G s'intendesse indefinitamente lontano, e la superficie si supponesse già arrivata passare per G, si potrebbe stimare fisicamente orizzontale, come l'autore ha avvertito nel fine di questo §. *Ciò è vero*.

Abbiamo supposto finora il canale orizzontale senza ristagno, o rigurgito d'altr' acqua in cui egli vada a sboccare, ma se io non erro il medesimo effetto di mantenere la superficie orizzontale, ed immobile può succedere quand'anco la superficie del recipiente sia allo stesso livello, che quello della vasca, onde esce il canale, purchè il detto recipiente abbia un esito, mercè cui si mantenga sempre allo stesso orizzonte. Come se dalla vasca inesausta BC (*fig.* 64.) uscisse il canale orizzontale CD, il quale avesse sbocco nel lago DEF, e questo lago di nuovo si scaricasse per un altro canale orizzontale FG, col fondo FG a livello del primo, e nella stessa direzione, e in lunghezza eguale col medesimo, allora intendendosi apposta a quest'ultimo una cateratta GH, onde l'acqua d'amendue i canali, e di amendue i laghi fosse continuata in una sola superficie stagnante AH, se tutta ad un tratto si aprisse la cateratta, parmi che l'acqua per fino dall'emissario IC della vasca BC, fosse per prender corso per CDEFG, come farebbe per un solo canale continuato, potendosi il lago di mezzo riguardare come una dilatazione, o un gorgo del fondo CDFG, che non torrebbe la continuazione al corso dell'acqua per mezzo di esso, facendole quasi letto, e sponde (ove si voglia metter sempre da parte ogni irregolarità fisica, e supporre propagarsi il moto da un capo all'altro del fluido in un tempo minimo) onde il canale CD sarà corrente, e pure sempre manterrà la superficie orizzontale, ed immobile, benchè a livello di quella del suo recipiente DEF. Egli è tuttavia da avvertire, che se anco il lago di mezzo DEF fosse inesausto, nel senso spiegato sul principio di questa annotazione, allora l'acqua BC non potrebbe correre verso DF, non più che questa verso BC, ma amendue starebbero in equilibrio, e il solo canale FG sarebbe corrente. Imperocchè quando il lago DEF possa abbassarsi, trovando l'acqua aperto l'esito per FG si abbassa per una quantità infinitamente piccola, e tale abbassamento vien subito riparato da altrettanto alzamento per mezzo del canale CD; ma quando DEF sia inesausto, uscendo l'acqua di esso per FG non si abbassa punto, nè si mette in moto entro il lago, onde resiste a quella del canale CD, e della vasca CB, nè la lascia in libertà di scorrere.

Resta da considerare un altro caso, nel quale mostreremo potere un canale

di quella del luogo, al quale essa ha da terminare il suo corso; e che quanto maggiore è il corpo d'acqua, che dee correre per lo stesso canale orizzontale, tanto maggiore nell'uno, e nell'altro de' due casi proposti, dee essere la predetta differenza di altezza. Io non so abbastanza maravigliarmi, perchè mai siano state così concordi le opinioni degli autori, in volere che sia necessaria la declività del fondo de' canali alle acque correnti, e nello stesso tempo, così discordi in determinarne la quantità. Se forsi non egli è stato dal credere, che l'unica causa della discesa delle acque per gli alvei de' fiumi, sia l'inclinazione del fondo; e che questa misurata da essi, sia poi stata trovata differente, secondo la diversità de' fiumi medesimi. Può essere adunque, che Vitruvio trovasse negli acquidotti di Roma un mezzo piede di caduta, ogni cento piedi di lunghezza; e che gli altri

---

orizzontale correre con superficie orizzontale, e permanente in un medesimo stato, ma tuttavia mobile. Immaginiamo di nuovo il vaso inesauto DAE (*fig.* 65.) nel quale in vece che l'emissario sia aperto di sopra, fino alla superficie dell'acqua CE, sia solamente nella sponda sotto la superficie una luce rettangola AB, e al fondo di essa applicato il canale orizzontale AG, dell'istessa altezza, e larghezza della luce, e per tutto uniforme, coll'esito parimente libero in G. Allora rimossa ad un tratto la cateratta che chiudeva la luce, non v'ha dubbio, che tutte le parti dell'acqua, che a questa si affacceranno, saranno determinate a scorrere con direzioni orizzontali, ciascuna con quella velocità, che conviene alla pressione che essa riceve dall'acqua superiore, e però anco la superficie scorrerà orizzontalmente colla velocità dovuta alla pressione EB; onde preso qualsivoglia tempo dopo l'apertura della luce, v. g. quello in cui quel filo d'acqua che scorre radente il fondo, sarà arrivato in Z, se col vertice E intorno all'asse AE si descriverà per Z la parabola EXZ, che tagli l'orizzontale BX in X, è manifesto che quella parte d'acqua che uscì dalla sommità della luce B, in capo al tempo predetto sarà giunta in X, dovendo gli spazj sincroni AZ, BX essere come le velocità, le quali si suppongono come le radici delle altezze AE, BE, cioè come le ordinate alla parabola AZ, BX; e lo stesso dovendo seguire in ogni altro tempo, a cui corrisponda ogni altra parabola similmente descritta, come EPG, è manifesto che la superficie BXP sarà orizzontale, corrente, e permanente in un medesimo stato, e solo sarà inclinata quella parte di superficie, se tale può dirsi, che per ciascun tempo si troverà oltre l'intersecazione dell'orizzontale BP, colla parabola corrispondente a quel tempo come XZ, PG. Si potrebbe quì ancora figurare la cateratta apposta non già alla luce AB, ma ad altra sezione del canale, ma in tal caso converrebbe supporlo chiuso per disopra con coperchio, che poi si togliesse all'alzare della cateratta. Sotto questo caso (intorno a cui non può cader dubbio) è compreso anche il primo, cioè quando l'altezza BE sia nulla, e le parabole passino per lo punto B, e in esso abbiano il vertice, essendo la cateratta apposta allo stesso emissario, e allora la velocità della superficie dee trovarsi nulla, appunto come l'abbiamo trovata.

Finalmente se ritenendo la superficie del vaso in CE, e tutte le altre supposizioni di quest'ultimo caso, s'intenderà essere lo sbocco, e il fondo del canale sommerso sotto il livello di un recipiente stagnante, e chiuso d'ogni intorno FH, il qual livello sia HFI, non più alto della superficie CE (altrimenti il recipiente

misurassero ne' fiumi de' loro paesi le declività assegnate; e finalmente che ognuno dalle proprie osservazioni, deducesse una regola generale per tutti gli altri fiumi.

Quanto sia erroneo questo metodo, non occorre dimostrarlo per altra strada, che per quella dell'esperienza; poichè, se si livellerà la caduta di diversi fiumi, i quali in siti omologi portino diversa quantità di acqua, non si troverà ella la medesima in tutti, ma sempre minore in quelli, che nelle loro escrescenze camminano più gonfi; anzi misurando la caduta dello stesso fiume in luoghi diversi, si troverà che tra le montagne avrà esso inclinazioni d'alveo precipitose, e nelle pianure molto minore; e che alcuni fiumi sono veramente declivi di fondo, ed altri affatto orizzontali. (1) Dal che evidentemente apparisce, che *la caduta non tanto è cagione della velocità de'*

---

correrebbe all'indietro per lo canale, ed entrerebbe nel vaso DAE) è manifesto, che ciò non ostante prevalendo la pressione dell'acqua del vaso, a quella dell'acqua del detto recipiente, il canale dovrebbe correre verso il suo sbocco, nè la superficie di esso lascerebbe d'essere orizzontale (facendo astrazione dalla cascata d'acqua, che dovrebbe seguire allo sbocco ove il livello HFI fosse più basso di BO) perciocchè essendo tutte le sezioni di esso sempre egualmente impedite dalla resistenza del recipiente (purchè questo per l'ingresso dell'acqua stessa del canale non si potesse rialzare di superficie) niuna diminuzione di velocità, e per conseguenza niuno accrescimento d'altezza può succeder nell'una, che non succeda egualmente nell'altra. Ne seguirebbe bensì, che minor quantità d'acqua uscisse per la luce impedita di quella che uscirebbe per la medesima luce libera; ma supponendosi che per tutto ciò la superficie CE non possa rialzarsi, attesa la immensa sua proporzione all'ampiezza della luce AB, rimarrebbe sempre il canale nel medesimo stato, e con superficie permanente, la quale ove il livello del recipiente non fosse più alto della sommità della luce B, dovrebbe vedersi movere verso lo sbocco, benchè con velocità minore di prima,

Se il discorso finora fatto ne' vari casi considerati sussiste in ogni sua parte (non affidandomi io di non prender qualche abbaglio in una materia sì difficile, e nella quale molti dottissimi uomini si sono arrestati) si ponno spiegare le diversità che si trovano in simili canali colle osservazioni, vedendosi in fatti la loro superficie talvolta inclinata, talvolta orizzontale, ma corrente con notabile velocità, e tal'altra quasi immobile, giacchè immobile affatto non può essere in pratica, ne pure nelle ipotesi del nostro autore, attesa l'aderenza, o viscosità che egli riconosce nelle parti dell'acqua.

È da avvertire, che tutto ciò che nella presente nota si è detto in ordine alle velocità (posto lo sbocco del canale libero) potrebbe ancor aver luogo quando esse nell'ingresso de' canali, e nel corso di essi non fossero quelle medesime che corrisponderebbero a pari altezza nelle libere uscite dell'acqua da fori delle sponde de' vasi (secondo il sospetto indicatone in altra annotazione del cap. 4.°, ed altrove) purchè non fossero diverse fra loro in ciascuna delle sezioni, nelle quali l'altezza fosse eguale, e purchè in tutte serbassero la ragione dimezzata delle altezze.

(1) Per togliere ogni equivoco, si vuole avvertire non negarsi qui dall'autore, che quella velocità che si trova avere il fiume in qualsivoglia sezione del suo

fiumi, quanto effetto della medesima, essendo comune osservazione, che i fiumi assai veloci si profondano l'alveo, e con ciò si scemano le cadute; e che i tardi di moto, se corrono torbidi, s'interriscono i letti, e con ciò accrescono le declività a' loro fondi; ond'è che da alcuni sono chiamati i fiumi divoratori delle campagne, e da altri bonificatori delle medesime, verificandosi d'essi l'uno, e l'altro epiteto, in diversità però di circostanze. Quindi è, ch'io non ho mai saputo immaginarmi di dovere cercare, qual caduta sia necessaria ad un fiume, per altro fine, che per accertarmi, che il medesimo non interrisca il proprio alveo colle deposizioni, non avendone quanto basta, o avendone la maggiore del bisogno, non l'escavi di soverchio, con danno notabile delle proprie ripe.

Perchè ciò resti fuori d'ogni dubbio, io prendo a discorrerla in

---

alveo, non riconosca le più volte come sua cagione, o totale, o parziale la caduta, cioè la discesa del fiume dalla sua origine, fino a quel punto dell'alveo (ciò che egli stesso ha insegnato nel capo precedente) ma solo pretendersi, che il mantenere che fa il fiume in quel sito una tal pendenza, o inclinazione d'alveo senza accrescere nè sminuirla, ove si tratti di fiumi atti a farsi eglino stessi, o rassettarsi il letto colle proprie forze, o per escavazione, o per interrimento, sia piuttosto effetto che cagione della detta velocità, la quale non sia nè soverchia per poterlo escavare, nè scarsa per doverlo interrire. E perchè l'alveo d'un fiume tanto meno ha di pendenza quanto è più cavo, e tanto ne ha di più quanto più è alto (dovendosi considerar quì lo sbocco come un punto fisso, a cui l'alveo dee terminare, e che in fatti non è soggetto a mutazione in profondità, che sia di molto momento, ove il recipiente sia inalterabile, come vedrassi nell'annotazione prima del capo 8) ne segue, che a maggior velocità come atta a produrre, o maggior escavazione, o minore alzamento, risponderebbe minor pendenza, e al contrario maggior pendenza andrebbe congiunta con minore velocità. E in tal senso si verifica, che al profondarsi degli alvei scemino le cadute, cioè le pendenze, e all'interrirsi si accrescano le declività; i quali effetti come si producano dalla natura, si spiega a lungo in questo capo.

E giova quì di passaggio osservare, che l'autore spesse volte in quest'opera si serve de' vocaboli di caduta, e di declività come sinonimi (ed altri ancora così hanno fatto) comecchè propriamente favellando queste voci paiano istituite a significar cose alquanto diverse. *Caduta* d'un termine sopra un altro è la differenza delle loro altezze, o sia della loro distanza dal centro comune de' gravi, e dicesi ancora di due termini fra loro sconnessi. Così diremo a cagion d'esempio, che la cima del tal monte ha tante braccia di caduta sopra la superficie del mare. Laddove *declività* (o vogliasi dire *declivo, pendenza, pendio, inclinazione*) non tanto si fa consistere nella differenza delle altezze di due punti, quanto nel rapporto di tal differenza alla distanza orizzontale di essi, i quali si vogliono intender connessi con qualche linea, o piano inclinato (e tal rapporto è quello del sino dell'angolo dell'inclinazione al sino del suo compimento) a cagion d'esempio quando si tratti di due punti d'un medesimo fondo, o d'una medesima superficie d'un canale, che si estenda dall'uno all'altro, anzi più propriamente dicesi dello stesso piano, che de' due termini di esso. E perciò se a cagion d'esempio il fondo d'un fiume si unisse col fondo di un altro, e quel primo in un

questa maniera. Egli è certo, che i fiumi intanto si profondano, ed allargano l'alveo, in quanto per la violenza del proprio moto corrodono, e portano via la terra che forma le sponde, ed il fondo; egli è dunque necessario, che la forza scavante superi la resistenza della terra, o d'altra materia che forma l'alveo al fiume; altrimenti essendo l'una eguale all'altra, non succederà effetto veruno d'escavazione, e molto meno, se la resistenza sarà maggiore della forza. Egli è altresì evidente, che un fiume non va sempre profondando il proprio alveo in infinito, altrimenti quelli che nel principio del mondo, corrodendo il terreno, si formarono il letto, colla diuturnità del corso si sarebbero a quest'ora profondati nelle più alte viscere della terra; bisogna dunque dire, che nell'escavarsi che fa un fiume, o la forza dell'acqua vada a poco a poco mancando, o la resistenza del terreno

---

punto distante un miglio di sopra all'unione si trovasse di livello col secondo preso in un punto distante due miglia sopra alla medesima, le cadute di que' due punti degli alvei sopra il termine comune della confluenza sarebbero eguali; ma le pendenze non si dovrebbero dire eguali, mentre il primo fiume tanto alzerebbe in un miglio, quanto l'altro in due miglia, cioè il doppio più del secondo in egual tratto, e le linee inclinate di quegli alvei (le quali si sogliono a' tempi nostri chiamare le *cadenti de' fondi*, dicendosi all'istessa maniera *cadente del pelo d'acqua*, *degli argini*, *delle campagne ec.*) Avrebbero pendenza l'una doppia dell'altra.

Si è detto poc'anzi, che a maggior velocità del fiume risponderebbe minor pendenza, la qual cosa acciocchè non paia contraria a quello che si disse nel capo precedente (cioè che ove la pendenza è minore, si rallenta il moto, e scema la velocità) basta considerare, che altra è la velocità con cui il fiume si forma l'alveo, e induce in esso una qualche pendenza, altra quella che poscia egli serba dopo di aver compito cotesto effetto. Il fiume escavando perde di velocità, appunto perchè comincia a scorrere sopra quella pendenza più dolce, che egli si è fatta, e quando tanto ne ha perduto da pareggiar la sua forza, che intanto scema colla resistenza delle parti dell'alveo, che intanto cresce, cessa l'escavazione, e il fiume resta con quella velocità, e con quella pendenza, che insieme si equilibrano. Al contrario interrendo aumenta la velocità, perchè scorre sopra quella pendenza più ripida che si è acquistata; e quando tale acquisto ne ha fatto da uguagliare la sua forza di portar via le torbide, la qual forza frattanto si aumenta, colla resistenza di queste all'esser spinte avanti, la qual resistenza frattanto si smninuisce, ha termine l'interrimento, e il fiume serba quella velocità, e quella inclinazione in cui la forza, e la resistenza si sono eguagliate. Ma sopra ciò per ben intendere come si ottenga tale equilibrio, basta leggere attentamente le parole dell'autore in questo §. e ne' seguenti, fino alla seconda proposizione.

Solamente affinchè non resti alcuno scrupolo in questa sì difficil materia, si vuol notare in oltre non esser impossibile, anzi necessario, che il fiume nell'escavarsi il letto, perda di velocità, e ne acquisti nell'interrarlo, benchè nel primo caso abbia dovuto fare maggior discesa, e nel secondo abbia dovuto tornare ad alzarsi. Imperocchè già nel capo antecedente si è veduto, che i fiumi a cagione delle grandi resistenze che incontrano, presto si riducono in istato di non accelerarsi

egualmente accrescendosi; o pure che nello stesso tempo, e quella si diminuisca, e questa si accresca, sin che si giunga ad una specie di equilibrio, nel qual tanto operi la violenza dell'acqua per escavare, quanto resiste il fondo per non essere alterato dal proprio essere. Nell'istessa maniera si dee discorrere delle larghezze de' fiumi, che sono effetti, parte dell'abbondanza, e velocità delle acque, e parte del contrasto, o resistenza che fanno le sponde ad essere ulteriormente corrose. Quindi (1) *tanto i fondi, quanto le larghezze degli alvei, vengono ad essere determinate dalla natura*; cioè a dire dalla combinazione delle cause operanti, e delle resistenti in un certo grado di attività; e però alterandosi tanto quelli, che queste, con l'arte non cessano mai le cause operanti di ridurli al loro stato primiero. Ed in fatti, (2) l'esperienza dimostra, che in un fiume stabilito di fondo, (cioè a dire posto in tali circostanze, che non si alzi

---

punto nella discesa, onde in tale stato per più, o meno che siano scesi niente guadagnano, o perdono di velocità. Bensì perdono molto allo sminuire della pendenza, e molto riacquistano al crescer di essa, perocchè la minor pendenza non soffre, che mantengano ne pure quella velocità equabile, che avevano acquistata nella maggiore; e all'incontro la maggiore può rimetterli in parte in un grado di velocità, che la minore non comporterebbe, come si è avvertito nel capo precedente, e nelle sue annotazioni.

Se per qualche accidental cagione si dasse caso d'interrimento del fiume nello sbocco, o nelle parti inferiori, e non nelle superiori, allora non sarebbe vero, che l'interrimento accrescesse la pendenza rispetto al tratto superiore, anzi la sminuirebbe; e al contrario quando nell'inferiore, e non nel superiore seguisse escavazione, la pendenza al di sopra sarebbe accresciuta, e non già scemata. Ma questi non sono di quegli effetti che si considerano in questo capo, nel quale si dee sempre supporre come fisso il termine inferiore.

(1) Cioè la natura per ciascun fiume, anzi per ciascun tratto di fiume esige una tal larghezza, e una tal pendenza (diversa tuttavia in diversi fiumi, e in diversi tratti del medesimo fiume, e dipendente dalle condizioni degli alvei, delle acque, e delle materie che portano) la quale finchè non si ottenga colle escavazioni, o cogli interrimenti, nè la pendenza, nè la larghezza sarà permanente, ma si andrà o scemando, o aumentando mai sempre.

(2) Chiama egli fiumi *stabiliti di fondo* quelli che hanno acquistata quella tale declività, che naturalmente esige la loro condizione, e *stabiliti in larghezza* quelli, che parimente tanta se ne sono presa quanta la natura per essi ne addomanda. Nel che è da avvertire non poter giammai un fiume arrivare a perfettamente stabilirsi nell'una di coteste due misure, senza che si stabilisca eziandio nell'altra, come facilmente s'intende sol che si rifletta, che da amendue congiuntamente dipendono (almeno in gran parte) tanto quell'ultimo grado di velocità, quanto quel limite di resistenza, nell'equilibrio de' quali consiste lo stabilimento del fiume.

Potrebbe alcuno dubitare se si diano in natura fiumi perfettamente stabiliti, a riguardo del perpetuo rialzamento, che dee succedere de' loro sbocchi nel mare, posto che il mare (come non senza fondamento da qualcheduno è stato creduto)

colle deposizioni, ne si abbassi colle escavazioni) e parimente stabilito di larghezza (cioè che per propria attività, più non si allarghi, nè più si ristringa) se nel di lui alveo si faranno coll' arte, nuove escavazioni ben presto, essendo l' acqua torbida, le riempirà, formandosi nuovi dossi, ben presto gli escaverà; allargandosi l' alveo da una parte più del bisogno, ben presto, colle alluvioni, si ristringerà; e finalmente ristrignendosi oltre il dovere sempre farà forza per superare le cause ristrignenti.

Per maggiore spiegazione di tuttociò, supponiamo che un fiume cammini con una determinata velocità cagionata, o dal declivio, o dall' altezza; e che l' acqua affetta di detta velocità, possa, come farebbe una lima, staccare l' una dall' altra, le parti della terra che sono contigue al di lei corso. Niuna ragione adunque, in tal caso vi può essere, per la quale l' acqua non disunisca le parti della terra vicina; e staccandole dal fondo, ecco il profondamento, siccome l' allargamento, se ciò succede alle sponde. Egli è anche facile da concepire, che esercitandosi verso il fondo, maggiore la forza, quivi anche più agevolmente si corroda il terreno in qualche larghezza; e che per l' ordinario, non potendosi lungamente sostenere la terra sopra d' un taglio fatto a perpendicolo, dirupino le parti superiori delle ripe, formandosi una scarpa conveniente, ed atta a sostenere la mole della terra superiore. *Sin tanto* dunque *che la velocità dell' acqua non trova un resistente, che pareggi la di lei forza, sempre continuerà ad allargare, e profondare*. Ma perchè scavandosi giornalmente il fiume, viene esso a perdere a poco a poco la propria declività, e per conseguenza anche qualche volta la velocità derivata da essa; e per lo contrario, rendendosi sempre più resistente la terra alla disunione delle proprie parti, quanto più la di lei superficie s' accomoda al piano orizzontale, ne siegue, che profondandosi il fiume, cresca la forza nel resistente, e cali nella potenza operante; e perciò sia necessario, che finalmente l' una, e l' altra si riducano all' egualità, il che accadendo, viene ad aversi posto il termine al profondamento. Dissi essere necessario, che la forza operante finalmente si pareggi colla resistente, ma ciò non succederà sempre a cagione dello scemarsi del pendio; poichè, sebbene ciò per lo più avviene,

---

si vada egli sensibilmente alzando di superficie. Tuttavia siccome una tale elevazione, se pur sussiste, prima di manifestarsi al senso non richiede meno, che il corso di qualche secolo, non si può fare errore sensibile riguardando per qualche tempo come stabiliti di fondo que' fiumi, ne' quali non concorra altra cagione di cangiamento, che l' alterarsi della superficie nel mare.

Come poi in pratica possa aversi indicio se un fiume sia stabilito di fondo, veggasi nell' annotazione terza del capo 14.

può nulladimeno darsi il caso, che la forza dell'acqua sia tanto grande, che (non ostante tutto il deterioramento che riceve dal diminuirsi della declività, e tutto l'aumento che si fa, per la stessa ragione, nella resistenza della terra) nulladimeno resti tanto vigorosa da scompigliare le parti dell'alveo, anche disposte in un piano orizzontale. Ma allora succederà un'altra sorte di resistenza alla forza dell'acqua, e quella sarà, se non altro, l'acqua del mare, o d'un lago, dentro cui entri colle proprie acque il fiume, per virtù della quale, sminuita la forza dell'acqua, s'uguagli ella colla resistenza del fondo.

Similmente, perchè nell'allargarsi l'alveo del fiume l'acqua cala di altezza, e molte volte di velocità; e generalmente scostandosi dal filone si rende meno veloce; ne siegue, che rallentandosi il moto, ne perciò calando la resistenza della ripa, anche in questa parte debba succedere il sopraccennato equilibrio. E qui è da considerare, che *la resistenza del fondo più presto uguaglia la sua potenza contraria*, per essere due le cause dell'uguagliamento; la prima, cioè la minore inclinazione dell'alveo; e la seconda la diminuzione della velocità: laddove la resistenza delle ripe, arriva molto più tardi all'equilibrio, con la sua potenza contranitente, perchè la sola forza dell'acqua è quella che si sminuisce, ed anco assai lentamente: come che ciò, quasi solamente deriva dallo scostamento del filone, e la resistenza delle ripe resta sempre tale, quale era prima; supposto che il terreno corroso, e da corrodere sia in tutti i luoghi della stessa natura. Questa è la ragione per la quale *i fiumi che corrono dentro alvei formati di materia omogenea, e facile da essere corrosa dall'acqua, hanno la larghezza maggiore della profondità*, come s'osserva per esempio *nel Pò di Lombardia*, che al Lago scuro ha settecento piedi di larghezza, e trentacinque di altezza; *e nel Reno nostro*, il quale s'allarga alla Botta degl'Annegati, piedi cento ottanta, e nelle sue maggiori piene s'eleva piedi nove; dimodochè nell'uno, e nell'altro, *la proporzione dell'altezza alla larghezza sta, come uno a venti*. Non è però da credere, che questa proporzione s'osservi sempre negli altri fiumi, ne meno in diverse sezioni del fiume medesimo, concorrendovi molte cause accidentali a variarla. Egli è ben certo, e confermato, sì dalla ragione, che dall'esperienza, che *i fiumi quanto maggior copia d'acqua portano nelle loro escrescenze, altrettanto sono più profondi, e più larghi; e perciò essendo mantenuti ristretti dall'arte, maggiormente s'escavano; e lasciandoli allargar di soverchio, o dividendosi in più rami, maggiormente si alzano di fondo*.

Concorrono adunque tre cause, o circostanze, a stabilire l'alveo de' fiumi. La prima si è *la condizione della materia*, della quale sono composte le ripe, ed il fondo; poichè *le terre arenose cedono più*

facilmente alla forza dell' acqua corrodente, che le cretose, e queste più facilmente, che il sasso. La seconda è *la situazione del fondo, o delle ripe del fiume*, essendochè, *quanto più sarà declive un fondo arenoso o ghiaroso, tanto più la medesima forza dell' acqua sarà potente ad escavarlo*. E la terza, che più d'ogn' altra merita nome di causa, si è *la forza dell' acqua*; poichè, dove questa è maggiore, ivi più presto e più facilmente cede la tenacità, o peso della materia, della quale è composto l' alveo, e meno resiste la poca inclinazione delle ripe, e del fondo. Ma perchè la forza escavante non è altro che la velocità dell' acqua applicata al terreno, e questa riceve il suo essere, o dall' altezza dell' acqua, o dalla discesa; bisogna considerare le forze escavanti, secondo la proporzione che portano le cause produttrici della velocità. Nell' istessa maniera, diversificandosi la condizione del terreno, sì dalla glutinosità, tessitura, o aderenza delle parti di esso; sì anche dal peso, grossezza, e figura delle medesime; egli è d' uopo di mettere a conto l' una e l' altra di queste circostanze, acciò possa dedursi, quanto esse vagliano, per resistere alla forza dell' acqua, e per conseguenza, qual pendio si richieda per pareggiarla.

Per ben intendere come operi la resistenza del fondo, dipendente dalla di lui obbliquità; siano circa il centro B (*fig.* 17.) descritti diversi piani, variamente inclinati all' orizzontale AB, e questi s' intendano formati di terreno, che abbia una determinata collegazione di parti. Non si può dubitare, che siccome più facilmente si muove un grave, discendendo per la verticale EB che per l' inclinata DB, e più facilmente per DB, che per CB, di maniera che su l' AB orizzontale non ha forza alcuna per muoversi; così se a cagione delle resistenze, o inegualità de' piani CB, FB ec. non potesse muoversi per essi un grave senza l' aiuto d' una forza esterna, questa vorrebbe essere maggiore in AB, minore in FB, e così successivamente, secondo che andassero crescendo gli angoli ABF, ABC ec. E la ragione si è, perchè sebbene i gravi predetti non possano muoversi per li piani AB, FB, CB, non lasciano però di esercitare tutta la loro energia, per superare le resistenze, che per essere maggiori, loro impediscono il moto, e di fare sforzo maggiore quanto maggiori sono gli angoli colla linea orizzontale. Quindi è, che accresciuta l' inclinazione, v. g. sino al sito DB, e mantenendosi le medesime resistenze, potrà il grave avere acquistato tanto di momento, che basti a superare gl' impedimenti, e comincierà a muoversi per lo proprio peso. E perchè le forze accresciute intrinsecamente (siasi, o per aggiunta di nuova potenza, o per diminuzione di resistenze) non hanno bisogno di tanto aiuto estrinseco, per arrivare ad un certo grado, ne segue, che minor forza estrinseca richiederassi per fare che il grave si muova

per lo piano CB; maggiore per ispingerlo per FB, e molto maggiore per farlo movere per AB.

Ciò premesso, osservisi che le parti del terreno, massimamente bagnato che sia dall'acqua, non hanno che rade volte tanta aderenza di parti, che basti per sostenerle a perpendicolo, come succede ne' marmi, e nelle materie più consistenti. Onde poste in situazione verticale, come in EB, dirupano formandosi un pendio, v. g. DB, che supponiamo sia la massima inclinazione tra tutte le possibili, colle quali il terreno si sostenti senza dirupare: e questa nelle terre più tenaci, regolarmente non eccede gradi sessanta, ma ordinariamente oltrepassa di poco i gradi quarantacinque. Posto adunque che DB sia quella pendenza, la quale accresciuta che fosse, non potrebbe trattenere il terreno che non si staccasse dal suo vicino, cadendo, o scorrendo al basso, è chiaro che aggiuntavi qualsisia, benchè minima forza, che lo spinga da D in B, non potrà sostenersi, converrà che si disgiunga dal rimanente. Intendiamo, che per tal cagione ne sia stata staccata la parte DBC, e che perciò il piano si sia abbassato in CB; questa inclinazione dunque non sarà più quella, che precisamente basta per impedire la disunione delle parti della terra; ma bensì tale che potrà resistere a qualche grado di forza, ma non ad un maggiore, il quale solo potrà essere impedito dal piano, v. g. FB meno declive. Unite dunque le forze estrinseche al conato, che fanno le parti della terra per disunirsi; quelle si richiederanno sempre maggiori, quanto le inclinazioni coll'orizzonte, saranno minori; e perciò nell'orizzontale AB, non avendo la forza estrinseca alcun vantaggio dall'inclinazione del piano; converrà che sia tanto vigorosa, che basti colla sola sua virtù, a superare l'aderenza delle parti della terra, ed a muoverle da luogo, altrimenti non succederà alcuna corrosione del piano AB. Egli è perciò evidente, che non essendo la forza estrinseca (cioè nel nostro caso, la velocità dell'acqua) bastante a ridurre il piano al sito orizzontale; necessariamente bisognerà, che lo lasci declive, ed in tale declività, che sia la prima che basti a pareggiare la forza di essa; e da ciò chiaramente apparisce, che (1) *la violenza del corso dell'acqua non è sempre effetto della declività dell'alveo*, come sin ora è stato creduto; ma *la declività dell'alveo è bensì sempre effetto della violenza del corso dell'acqua*,

(1) Cioè a dire l'aver l'alveo quella tale declività più che un'altra è effetto della violenza, che ebbe il corso dell'acqua per renderlo sì poco declive a forza di escavarlo; dopo di che scemata la velocità, ed accresciuta la resistenza del terreno ad esser roso (effetti amendue della pendenza diminuita) si è fatto l'equilibrio delle forze, e il fondo si è stabilito. Vedi sopra l'annotazione quarta di questo capo.

fuorchè in alcuni casi particolari, de' quali discorreremo più abbasso.

Stabilita la verità del detto di sopra, non è difficile il dedurre le seguenti proposizioni, le quali si devono intendere, in parità di tutte le circostanze non espresse; e nel caso di fondi stabiliti per mezzo dell'escavazione fatta antecedentemente dall'acqua.

PROPOSIZIONE II.

Ne' fiumi, quanto maggiore sarà la forza dell'acqua, tanto le declività degli alvei saranno minori.

Posciachè, supponendosi eguale la resistenza della materia, che compone l'alveo, e maggiore la forza dell'acqua; è necessario che questa, applicata a quella, produca effetto maggiore; ma quest'effetto non è altro che l'escavazione, e l'allargamento dell'alveo, e l'escavazione dell'alveo, quanto è maggiore, tanto minore rende la declività dell'alveo; dunque, quanto maggiore sarà la forza dell'acqua, tanto minore sarà la declività dell'alveo del fiume. Il che ec.

COROLLARIO I.

E perchè la forza dell'acqua, vicino al fondo del fiume per lo più, dipende dall'altezza della medesima; perciò in tal caso, *quanto maggiore sarà l'altezza viva dell'acqua, tanto meno declivi saranno i fondi.*

COROLLARIO II.

Similmente, perchè l'altezza viva del corpo d'acqua, dipende in qualche parte dalla quantità di essa, che scorre per l'alveo in un dato tempo; quindi è che *quanto maggiore copia d'acqua porterà un fiume, tanto minore sarà la di lui caduta.*

COROLLARIO III.

E perciò *i fiumi uniti, dopo le confluenze sempre si spianano il fondo più di quello, fosse prima dell'unione; e per conseguenza perdono di caduta.*

COROLLARIO IV.

Dal che nasce, che *i fiumi i quali si fanno grandi per lo concorso d'altri minori, hanno il loro fondo disposto a modo di un poligono*, o sia di una figura di più lati, de' quali i più alti facciano angolo maggiore con l'orizzontale, ed i più basssi minore, ed in oltre gli angoli tutti siano all'intorno de' punti delle confluenze; il quale

poligono si può anche considerare, in un certo modo, per una specie di linea curva, concava nella parte superiore.

COROLLARIO V.

Ma (1) *que' fiumi che conservano sempre il medesimo corpo d'acqua, deono avere il fondo* in una linea sensibilmente retta, se si parla di picciole distanze; ma realmente, ed in grandi distanze *in una spirale, le cui tangenti facciano sempre angoli eguali con le perpendicolari tirate dal centro della terra*, che viene anco ad essere il centro della spirale medesima; e questa s'accosterà sempre più alla circonferenza di un circolo, quanto più l'angolo fatto dalle tangenti con le perpendicolari, s'accosterà all'angolo retto.

COROLLARIO VI.

In caso poi che la velocità dell'acqua dipenda dalla discesa, non dall'altezza viva, allora la determinazione del fondo, si desume dal grado di velocità acquistato per essa; e perciò, *sin tanto che l'acqua anderà accelerandosi* (quando la condizione della materia, che forma l'alveo sia sempre la medesima) *s'anderà sempre mutando il pendio; e sarà minore nelle parti dell'alveo*, nelle quali sarà maggiore la velocità; in quelle cioè, *che saranno più lontane dal loro principio*.

COROLLARIO VII.

Ma perchè due corpi di peso diseguale, e di velocità eguale, operano differentemente contro i piani, sopra de' quali scorrono; quindi è, che *se si daranno due fiumi, le acque de' quali s'accelerino per la discesa; ma una sia maggiore di altezza dell'altra*, più opererà in escavare la maggiore, che la minore, e per conseguenza, anche in questo caso, *ne' siti di eguale velocità, meno declive sarà quel fiume, la cui altezza viva sarà maggiore*.

---

(1) Affinchè si verifichi il presente corollario, come pure il 9 di questa proposizione, parmi che convenga aggiugnere una considerazione, cioè quella della larghezza uniforme delle sezioni per tutto quel tratto, per cui si mantiene il medesimo corpo d'acqua, essendo ciò necessario per avere quell'uniforme velocità da cui dipende il mantenersi la rettitudine della cadente del fondo.

La linea spirale di cui egli parla, e che fa angoli eguali con tutte le perpendicolari, cioè con tutte le rette tirate dal centro della terra, necessariamente nasce dall'uniformità della pendenza, mentre nelle grandi distanze ove una linea veramente orizzontale sensibilmente è curva, cioè è un arco di circolo, conviene che una linea egualmente inclinata all'orizzonte, diventi la spirale predetta.

COROLLARIO VIII.

Perchè dunque, come più volte si è detto, le velocità fatte dalla discesa crescono, all' aumentarsi delle distanze dal principio del moto; ne siegue, che succedendo a maggior velocità, maggiore escavazione, e per conseguenza minore declività nelle parti inferiori, che nelle superiori; *dovranno* in tal supposto, *disporsi i fondi, durante lo spazio dell' accelerazione, in linnee curve concave, le tangenti delle quali facciano successivamente angolo maggiore con le perpendicolari tirate dal centro della terra.*

COROLLARIO IX.

Ma cessata l' accelerazione, *e ridotta la velocità dell' acqua all' equabilità; il fondo si disporrà in una linea* sensibilmente retta; o pure nella *spirale* predetta, *nella quale si conservi sempre la pendenza medesima.*

PROPOSIZIONE III.

Se *la forza dell' acqua di un fiume sarà bastante senza l' aiuto di qualche declività, a sovvertire le parti del fondo, ed a portarle via; allora l' alveo di esso non riceverà alcuna pendenza.*

Poichè essendo, per lo supposto, la forza dell' acqua tanto grande, da potere scomporre le parti del fondo, e portarle via senz' aiuto di declività; niuna diminuzione di questa sarà bastante ad impedire una nuova escavazione; posta dunque qualsisia declività, l' acqua continuerà ad escavare, e perciò si toglierà di mezzo la declività del fondo, che è lo stesso che dire, che il fondo non avrà alcuna pendenza. Il che ec.

COROLLARIO I.

E però *disporrassi il fondo in una linea circolare,* essendo in questa tutte le tangenti ad angolo retto con le linee che vengono dal centro; *la quale però, in poca distanza, non sarà sensibilmente differente da una retta orizzontale.*

COROLLARIO II.

Aumentandosi la forza dell' acqua, farassi ben maggiore l' escavazione, ma non si muterà la situazione orizzontale del fondo, supposta per tutto la medesima resistenza della materia, che forma l' alveo, e l' uniformità di tutte l' altre circostanze.

Qui si dee avvertire, che avendo un fiume tanto di forza, che

basti a scompigliar il fondo dell'alveo, situato in qualsisia, benchè minima declività, o pure anco in un piano orizzontale; se quella si aumenterà, o per ristringimento di alveo, che cagioni maggior' altezza, o per aggiugnersi di nuova acqua; accrescendosi con tal mezzo la velocità del fiume, avrà maggior forza per escavare. Farassi dunque tal' escavazione sino ad un piano orizzontale, più basso dell' antecedente, come, v. g. al piano CG (*fig.* 18.), sopra del quale la copia dell'acqua corrente richieda l'altezza viva ABC; siccome la copia di quella che scorre per lo piano, pure orizzontale EB, si suppone che addimandi la sola altezza viva AB. Posta dunque tal differenza di piani, egli è evidente, che se l'altezza in AB, ha tanta forza da portar via la materia dell'alveo su'l piano orizzontale; molto più potrà farlo per lo perpendicolare BC, e perciò corroderà l'angolo HBC, formando l'alveo pendente in HC; e per la stessa ragione, colla declività HC, corroderà il fondo, riducendolo sempre men declive; dimodochè, se la forza dell'acqua, non ostante l'abbassamento del fondo, resterà potente a mantenerselo orizzontale, si scaverà il fondo EB sino al piano orizzontale MC, dimanierachè MCG sia tutta nella medesima orizzontale. Ma perchè abbassandosi il fondo in MC, non si può abbassare la superficie DA, per cagione della superficie AF; sarà necessario che l'altezza AC, la quale acquisterà il fiume DE, cessi d'essere viva, e per conseguenza, che si ritardi l'acqua in DE, la quale, se con questa perdita, perderà altresì la forza necessaria, per mantenere il fondo orizzontale, resterà nel fondo MC qualche picciola declività; e perciò può darsi il caso, che un fiume che da se avrebbe la forza, per mantenersi il fondo spianato all'orizzonte, entrandovene un altro dentro la perda, e ricerchi della pendenza; ma questa non sarà mai tale, che cagioni dell'alzamento nel fondo di esso, ma sempre dell'escavazione. Poichè, supposto che la declività fosse EC, ogni volta che la liena EC s'incontrerà colla linea BE, avrà il fiume nel punto E riacquistata la sua altezza viva, e perciò potrà da lì in su tenere scavato il fondo all'orizzontale. Tale declività EC renderassi sempre minore, se il fiume BD, vicino alla confluenza, si ristringerà a causa dell' impedimento della velocità, essendochè l'angustia della sezione, concorre assai a rendere viva l'altezza. Questa considerazione non solo si applica a' canali orizzontali, ma ancora agl' inclinati; e perciò abbiamo detto *nel coroll. IV. della prop. antecedente*, che gli angoli del poligono ivi accennato, deono essere, non ne' punti, ma *all'intorno de' punti delle confluenze*. Ma di ciò si parlerà più a lungo nel capitolo sopra l'unione de' fiumi insieme.

COROLLARIO III.

E perchè i fiumi coll'allargarsi perdono l'altezza, e conseguentemente la velocità; ne siegue, che *i fiumi orizzontali, allargandosi ordinariamente il loro alveo vicino al mare, perdano la forza per mantenersi scavati;* e perciò *vicino allo sbocco restano più alti di fondo, che lontani da esso,* al che concorrono però altre cause. E questa è una delle ragioni, per le quali gli sbocchi de' fiumi nel mare, se non sono tenuti ristretti dall'arte, regolarmente sono men profondi degl'alvei nelle parti superiori.

Siccome nell'annotazione al coroll. II. precedente, abbiamo detto, potersi dare il caso che un'acqua ritardata, conservi anche la forza per mantenersi il fondo orizzontale: così *può darsi il caso, che la forza di un fiume sia tanto grande; che* se bene ritardata che sia, non possa muovere le parti grosse, e pesanti, e perciò s'elevi il fondo (come abbiamo detto, in questo corollario, succedere alle foci de' fiumi nel mare) non ostante però, *conservi tanto di virtù,* abbenchè riascenda sopra d'un piano acclive, *da spingere, o portar seco le parti meno pesanti.* E questa è la ragione per la quale sopra degli sbocchi, gli alvei si conservano profondi, abbenchè le foci siano più alte di esse.

COROLLARIO IV.

Se *l'acqua d'un fiume avrà tanta forza, da stabilirsi il fondo orizzontale, precisamente, e niente di più, supposta una determinata resistenza nel fondo; se questa si accrescerà, non sarà ella più valevole, a spianarsi il fondo orizzontalmente, e perciò sarà più alto nelle parti più vicine allo sbocco, che nelle più lontane.* E perchè può darsi il caso, che tale alzamento di fondo non ritardi l'acqua che sopravviene, perciò in tal supposto *non si altererà il fondo nelle parti di sopra; ma mantenendosi, e connettendosi col più alto, si renderà acclive* come BCD (*fig.* 19.) Che *se poi l'alzamento del fondo inferiore* CD, *ritarderà l'acqua che sopraggiunge* da AB, in tal caso *se l'acqua porterà materia atta, riempirà l'alveo* ABC *sino all'orizzontale* EC; e finalmente, *se ritarderà le parti vicine a* CD, *più che le lontane,* come per l'ordinario succede, *formerassi l'interrimento* BC, che si alzerà a proporzione della forza diminuita. E questa è la ragione del mantenersi che fanno i dossi, e i gorghi negli alvei de' fiumi.

Che il dosso CB possa non impedire il corso dell'acqua in AB, può succedere principalmente per due cause. La prima si è, perchè il fiume si divida in più rami, e la seconda, perchè si allarghi nelle parti inferiori, più che nelle superiori, purchè la larghezza sia viva.

L'una e l'altra causa però ricade in una sola, che è la diminuzione dell'altezza viva dell'acqua. Suppongasi dunque, che il fiume AD (*fig.* 20.) cammini per lo fondo CD orizzontale, coll'altezza viva AC, o BD, e che arrivato in D, o si allarghi, o si divida in più rami, dimanierachè l'altezza viva sia BE. Supponiamo però, che nel principio l'altezza dell'acqua nella parte BG, fosse DB, e che il fondo fosse continuato in DG orizzontale; sarebbe dunque l'altezza DB non viva, e perciò l'acqua in quel sito ritardata. Quindi è, che supponendo che la forza dell'altezza viva AC, sia precisamente quella che basta a tenere il fondo orizzontale, non sarà la forza BD ritardata, bastante a fare il medesimo in DG; adunque portando l'acqua materia idonea, si faranno delle deposizioni sopra DG, formandosi il fondo EF declive, che si alzerà sino a lasciare l'altezza viva BE. Ma perchè l'ostacolo DE ritarda l'acqua che sopravviene, e nell'istesso tempo l'acqua sopravveniente batte l'interrimento DE, non potendo questo sostenersi sul lato DE a perpendicolo, è necessario che si spunti l'angolo, v. g. IEL, nel mentre che l'acqua HID ritardata, permette le deposizioni, o interrimenti HID. E perchè quanto più l'acqua verso C è lontana dall'impedimento ID, tanto meno resta ritardata; perciò non si farà eguale deposizione da per tutto, ma sempre minore, e finalmente cesserà; dunque al di sopra di H, conserverà l'acqua la forza primiera, e conseguentemente manterassi il fondo orizzontale. È però da notare, che nel tempo che si formasse l'acclività HL, sminuendosi in essa l'altezza viva dell'acqua, e conseguentemente la forza, sarebbe necessario che l'acqua s'elevasse colla sua superficie; ma perchè elevandosi, e dovendo ricadere su la superficie BA, farebbe forza contro le ripe, corrodendole, allargherebbe l'alveo; perciò senza elevarsi sensibilmente, si anderebbe allargando proporzionalmente l'alveo, a misura che si andasse formando il dosso HL, ch'egli si facesse più alto, e che l'allargamento, fatto sempre maggiore, continuasse per tutta la lunghezza dell'alveo, occupata dal medesimo dosso HL; sinchè in L si formasse la cadente declive; e continuando la medesima altezza viva BE, si conservasse ancora la medesima larghezza.

COROLLARIO V.

Può darsi il caso, che un fiume abbia tanto di altezza viva d'acqua, e tanto di forza, che basti a formarsi, ed a mantenersi il fondo orizzontale; ma restando questa impedita, non possa più spingere la materia, che porta senza l'aiuto di qualche declività (come figura 16.) sarebbe il fondo AB orizzontale al pelo dell'acqua BD; ma trovandosi il fondo AB (*fig.* 15.) più basso del pelo del mare CD,

allora l' impedimento dell' acqua CB, ritarderebbe la forza dell' acqua corrente AC, che in conseguenza non sarebbe più valevole a mantenersi il fondo orizzontale; e perciò facendosi delle deposizioni, si alzerebbe il fondo, tanto che acquistasse quel pendío, col aiuto del quale potesse spingere la materia portata; e facendosi l' alveo per via di escavazione, tanto continuerebbe l' acqua ad escavare, quanto arrivasse a formarsi quella declività, che può bastare a non permettere deposizioni, ed insieme ad impedire maggior escavazione.

PROPOSIZIONE IV.

Quanto maggiore sarà la tenacità del terreno che compone il fondo del fiume, tanto esso sarà più declive.

Essendo che quanto maggiore è la tenacità del terreno, cioè il legame che hanno le di lui parti, l' una con l' altra, tanto maggiore è la resistenza, che in separarle incontra la forza dell' acqua; ne nasce, che supposta questa essere sempre la medesima, minore sarà l' effetto, se maggiore sarà la tenacità della materia; ed essendo l' effetto della forza dell' acqua, la disunione delle parti, e l' escavazione dell' alveo, ne siegue, che quanto maggiore sarà la tenacità della materia, tanto minore sarà l' escavazione, ma quanto minore è l' escavazione, tanto più resta declive il fondo dell' alveo, adunque quanto più sarà tenace la materia che forma l' alveo al fiume, tanto sarà esso più declive. Il che ec.

S' osservi però, che siccome due lime, l' una adoperata con maggior forza dell' altra, ponno egualmente sminuzzare un pezzo di ferro, abbenchè in tempo differente; così può parere ad alcuno, che l' effetto della tenacità del terreno sia solo quello di fare consumare più tempo all' acqua in escavare, ma non già d' impedire l' escavazione. Ciò però non ostante, se si considera che la tenacità nella materia in questo luogo, non solo si prende per lo legame vicendevole delle parti, ma ancora per la resistenza ch' esse fanno all' essere separate, la quale sempre è maggiore, quanto meno coopera il peso di esse, alla disunione; manifestamente apparirà, che operando questo meno ne' piani, altresì meno declivi, viene in un certo modo ad accrescersi, collo sminuire della pendenza la tenacità della materia; e che per lo contrario, facendosi minore la forza ne' piani meno declivi, può succedere, che la tenacità accresciuta, uguagli la forza dell' acqua sminuita, e così succeda, non solo maggiore consumo di tempo, ma altresì maggiore declività.

È da notare in secondo luogo, che quando in qualche caso impensato, la tenacità della materia, non s' accrescesse per la minor inclinazione del fondo, o la forza dell' acqua, per la medesima ragione

non si scemasse; allora la proposizione non si verificherebbe, che in ordine al tempo dell' escavazione, che si dovrebbe più lungo alla materia più tenace. E perchè in tal tempo può darsi il caso, che succedano altre cause, che cooperino allo stabilimento del fondo dell' alveo, a queste pure si dee avere riflesso.

In terzo luogo si dee avvertire, che la proposizione s' ha da intendere in termini idonei, cioè che la tenacità della materia non sia tanta da resistere in ogni inclinazione, abbenchè quasi perpendicolare alla forza dell' acqua, come farebbe nel marmo, o nel sasso vivo; e parimente che la forza dell' acqua non sia tale, che poste due diverse tenacità, possa superare l' una, e l' altra in qualsisia piccola inclinazione di alveo; poichè nel primo supposto, tanto potrà la forza maggiore, che la minore; e nel secondo, si renderà nell' uno, e nell' altro caso il fondo orizzontale.

COROLLARIO I.

I fiumi perciò che hanno il fondo cretoso, e di tivarro, sono più declivi di quelli che l' hanno arenoso, o limoso.

COROLLARIO II.

E perchè il continuo bagnamento contribuisce molto ad ammolire la tenacità della materia del fondo, e per lo contrario, il rasciugarsi della medesima, fatto dal Sole, accresce nella materia atta la tenacità; perciò *i fiumi perenni sono*, per tal cagione, *qualche volta meno declivi, che i temporanei* in parità di tutte l' altre circostanze.

COROLLARIO III.

Se il fondo del fiume sarà di materia così tenace, e dura che la forza dell' acqua tenti sì, ma *non vaglia a corroderla*, come se fosse composto di sasso, o di muro, in tal caso *quella declività che li sarà stata data dalla natura, o dall' arte, si manterrà sempre*, se non quanto la continuazione del corso dell' acqua, potrà qualche poco, in lunghezza di tempo consumarla; e da ciò nasce, che le cateratte interrompono la continuazione dell' alveo de' fiumi, e si conservano per secoli interi, senza considerabile mutazione. Si suppone però, che le pendenze siano tali che non permettano deposizione di materia alcuna sopra de' fondi.

COROLLARIO IV.

Se un fiume avrà il fondo in diversi luoghi variamente tenace, muterà di pendenza, sempre proporzionata alle resistenze del fondo, e perciò dove questo sarà arenoso, si faranno maggiori escavazioni, dove cretoso minori; dal che ne nascono alle volte i gorghi, e i dossi, che si vedono dentro i letti de' fiumi. Quasi ponno ridurre proporzionalmente i corollarj 3. 4. e 5. della prop. antecedente, e principalmente le loro annotazioni.

PROPOSIZIONE V.

Supponendo il fondo d'uno, o più fiumi, composto di parti staccate l'una dall' altra, come sono i sassi, e l' arena; minori saranno le declività, quando il peso specifico delle parti sarà minore.

Ciò è manifesto, perchè supposta la medesima forza nell' acqua, egli è certo che questa più facilmente, o separerà dal fondo, o spingerà avanti quelle materie, che saranno di minor peso specifico. Ma ciò facendo, abbasserà il fondo medesimo; adunque, di quanto minor peso specifico saranno le parti, che staccate l' una dall' altra compongono il fondo, tanto più facilmente questo si abbasserà, e per conseguenza si renderà meno declive. Il che ec.

COROLLARIO I.

Quindi è che *i fiumi, i quali corrono fra le montagne*, dove hanno il fondo sassoso, ivi hanno anche *maggiore la pendenza, che nelle pianure*, nelle quali i fondi per l'ordinario sono composti di pura sabbia. E similmente (1) *in que' siti, ne' quali il fondo è arenoso, le cadute sono maggiori, che in quelli ne' quali il fondo è composto di puro limo*, o belletta senza tenacità.

COROLLARIO II.

E perchè nelle parti grosse, come ne' sassi, e nella ghiara, ha

(1) La condizione quì aggiunta *senza tenacità* era necessaria, affinchè il caso del limo fosse compreso ne' supposti di questa quinta proposizione, nella quale si figurano le parti del fondo staccate, e non in quelli dell' antecedente, ove si supponevano avere aderenza fra loro, e col fondo del fiume. Per altro se il limo fosse così tenace, che potesse riputarsi della natura della creta, o del tivarro, allora potrebbe resistere a maggior declività di quella che soffrirebbe un fondo di pura sabbia, secondo le cose dette al corollario primo della proposizione antecedente.

molto luogo la qualità della figura (1) *allora il fondo sarà più pendente, quando la figura delle parti che lo compongono, sarà più difficile a muoversi, ed a scorrere sopra le altre.*

COROLLARIO III.

Parimente, perchè i fiumi nelle parti superiori del loro corso, hanno frequentemente gli alvei ripieni di sassi assai grossi, e conseguentemente pesanti, e di figura in oltre angolari, i quali sono sempre spinti al basso dal corso dell' acqua, o portati dentro gli alvei dalle rovine delle montagne; ed (2) osservandosi regolarmente, che detti sassi sono più grossi nelle parti più alte, vicino alle fontane, e più piccoli ne' siti degli alvei più lontani da esse; ne segue, che *de' fiumi che corrono in ghiara, la linea del fondo, anche a riguardo di*

---

(1) Nella prima edizione del libro, era quì occorso un abbaglio, leggendosi *più facile*, quando dee stare *più difficile* come abbiamo emendato, e come egli medesimo avvertì nell' *errata* della detta edizione.

(2) Ancorchè in questa proposione 5.ª l' autore avesse solamente preso a trattare di quella diversità, che nelle pendenze de' fiumi può nascere dal diverso peso specifico delle parti che compongono i fondi sopra quali scorrono, nulladimeno nel presente corollario egli passa a considerare piuttosto il peso assoluto, che lo specifico, il che non osta tuttavia alla verità di ciò che poi si conchiude; attesochè consistendo la difficultà di fare sdrucciolare un corpo grave v. g. un sasso sopra un piano declive nel dover egli sormontar que' risalti, che rendono il fondo aspro ed ineguale, è manifesto, che posta una medesima asprezza, e una medesima figura sferica, quella forza d' acqua che basta a fare, che un sasso di mole determinata scorra sopra quel fondo, potrà non esser bastevole a farvi scorrere un sasso di maggior mole, e dell' istessa materia, e per conseguente di maggior peso assoluto; e a volere che basti, si richiederà nel piano una declività maggiore, onde il sasso meno abbia ad alzarsi rispetto all' orizzonte per vincere le scabrosità. E sebbene ne' fiumi al sasso di maggior mole è anco applicata maggior forza, a riguardo di esser egli investito, e spinto da maggior quantità d' acqua, si dee tuttavolta considerare, che l' aumento della forza che ha l' acqua sopra i sassi (posta la velocità eguale in tutte le parti dell' acqua che radono il fondo) non va che in proporzione della superficie de' sassi, cioè de' quadrati de' loro diametri, laddove l' aumento del peso che si tratta d' alzare, è in ragione delle solidità, cioè de' cubi de' loro diametri, e perciò sempre è vero, che a' sassi più grossi si richiede in un medesimo fiume maggior declivo per supplire al difetto della forza dell' acqua, onde segue, che la linea curva del fondo del fiume debba esser concava dalla parte di sopra, come si conchiude in questo corollario.

In ordine poi alla natura della curva, in cui si debbono disporre gli alvei de' fiumi formati per escavazione, de' quali si tratta, risulta dalle cose dette dover ella esser tale, che in ogni suo punto equilibri colla propria resistenza alla corrosione la forza dell' acqua, che scorrendo per l' alveo tenta di corroderlo, mentre allora solo cesserà questa di escavare quando le declività di mano in mano

questa sola causa, debba disporsi in una curva concava, che nel suo progresso, sia sempre meno inclinata all' orizzontale.

COROLLARIO IV.

E perchè concorrono a questo effetto medesimo, e l' acceleramento dell' acqua per la discesa, e l' unione di più acque in un solo alveo, ne segue che *unendosi le due cause predette colla resistenza dell' alveo*, resa gradatamente minore, tanto *maggiore concavità avrà la linea del fondo*, e tanto *maggiore sarà la difformità, o differenza fra le cadute in diversi siti del fiume.*

COROLLARIO V.

Se un fiume dopo aver corso fra le montagne sopra un fondo ghiaroso, si ridurrà nella pianura a muoversi sopra un letto di arena uniforme, e porterassi al mare senza ricevere tributo di nuove acque; la linea del fondo, durante il corso per ghiara, sarà una linea curva concava, a cui connetterassi una curva convessa, competente alla qualità uniforme del terreno arenoso.

Dalle proposizioni dimostrate in questo capitolo, se ne potrebbero dedurre molte altre, tanto su i medesimi semplici supposti, quanto combinando insieme le diverse condizioni del fondo, della potenza dell' acqua ec. Ma sarà facile a chi che sia il farlo, colla scorta delle accennate verità, le quali, oltre l' essere dimostrate, sono anche osservabili in fatto, particolarmente da chi saprà distinguere gli effetti delle cause accidentali, da quelli dell' essenziali.

Tutto l' esposto di sopra concerne principalmente lo stabilimento

---

saranno disposte in maniera da pareggiare colla resistenza, che è variabile dipendentemente dalle stesse declività, la detta forza, variabile anch' essa dipendentemente, e da esse, e dalla discesa fatta, e dalle larghezze, che di mano in mano prenderà l' alveo; e perciò la ricerca geometrica di tal curvità parmi molto astrusa, e che per venirne a capo sia indispensabile stabilir prima delle ipotesi almeno verisimili in ordine alla dipendenza, o rapporto tanto delle resistenze, quanto delle velocità colle declività del piano, le quali leggi lascio a' più profondi geometri il ricercare. Avvertirò solamente, che quando in generale si trovasse la natura di tal curva, per determinarne poi i punti in ciascun caso particolare, data che fosse l' origine, e lo sbocco del fiume colla positura del piano di mezzo, sarebbe d' uopo ridurre a misura la tenacità speciale di quel terreno per cui l' alveo dovesse passare, caso che si dovessero staccare le parti della terra per formarlo, o pure il peso, la mole, e la figura de' sassi, caso che si dovesse esercitar la forza dell' acqua solamente sopra parti staccate spingendole avanti; i quali dati, parmi che sarebbero troppo difficili ad accertarsi.

degli alvei fatto per via di escavazione dall'acqua: resta ora da considerare l' altra parte, cioè come e quando si stabiliscano i fondi per alluvione, replezione, o sia deposizione di materia. E prima si consideri, che pochi sono i fiumi che portino acque chiare, cioè non mescolate con materia alcuna terrestre; posciachè i fiumi quasi tutti, almeno nelle piene, s' intorbidano. *Supposto* nulladimeno, *che le acque di un fiume fossero in ogni tempo chiarissime, queste potrebbero bene profondare, ma non riempire l' alveo proprio,* mancando loro la materia per farlo, se non quanto potrebbero le parti staccate dal fondo, o dalle ripe essere levate da un luogo, e portate in un altro o per ispinta, o per deposizione. Quindi è, che supposti gli alvei inalterabili di fondo, e di ripe, a cagione della resistenza eguale, o maggiore della potenza; le acque chiare non potranno mai in alcuna maniera mutare il sito dell' alveo, nè in profondità nè in larghezza, quantunque siano basse di corpo, ed i fondi poco, o niente declivi. Quindi è che (1) *gli scoli delle campagne, soliti a portare* per lo più *acque chiare, si conservano lungo tempo, senza interrirsi; ma entrandovi acque torbide,* abbenchè in molta quantità, come succede nelle rotte de' fiumi, *in poco tempo si riempiono di terra*. Il dire però che un fiume porti acqua assolutamente chiara, è supporre un caso, se non impossibile, almeno molto raro; perchè scorrendo l' acque per lo terreno è difficile che non s' imbrattino, e cadendo, almeno in tempo di pioggia, l' acqua di essa, giù per la gran declività delle sponde dell' alveo, non può di meno che non si svellano da esse molte parti terree, le quali perciò siano portate nell' alveo a rendere torbida l' acqua. Ed in fatti io ho osservato, che il Tesino, poco sotto la sua uscita dal lago maggiore, lascia nell' escrescenze manifesti segni di torbidezza sopra l' erbe bagnate dalla piena, i quali però non sono altro che un sottilissimo velo di belletta che le cuopre, e piuttosto fa loro cangiare il color verde, in olivastro, che detergendole, o lavandole si perde: indizio di qualche picciola torbidezza; e pure il luogo dove io ciò osservava, non era lontano cento pertiche dall' emissario del lago. Lasciando dunque di trattare di questo caso, passeremo a considerare gli effetti de' fiumi che corrono qualche volta torbidi, e che si stabiliscono il fondo co' proprj interrimenti.

Di tre sorti sono le materie portate da' fiumi; poichè altre sono spinte, sempre radente il fondo, senza incorporarsi con l' acqua, altre s' incorporano coll' acqua medesima, ed altre galleggiano. Queste ultime hanno la loro gravità specifica, minore di quella dell' acqua,

(1) La ragione di tal interrimento si adduce dall' autore nel capo XI. al §. *Ritornando*, e consiste nella troppo scarsa declività, che loro suol darsi nell' escavarne il letto, come ivi si può vedere.

ma le altre due l'hanno maggiore, o eguale. L'egualità però del peso specifico, che può trovarsi nelle materie veramente incorporate coll'acqua, quì non merita considerazione veruna; come che è cagione che esse seguitino i moti, e per così dire la sorte dell'acqua medesima; perciò nel nostro caso possono considerarsi come non differenti da essa. Resta dunque, che nelle *materie tanto spinte, che incorporate, si debba intendere una gravità specifica maggiore di quella dell'acqua;* con questa differenza però, che le prime (essendo di mole, e peso assoluto assai grande) resistono più all'essere sollevate dal fondo: ma l'altre per la picciolezza della loro mole, non ponno impedire che il moto dell'acqua non le sollevi, e mantenga quasi unite alla propria sostanza, la quale però, perdendo nella mescolanza di tanti corpicciuoli opachi la sua diafaneità si chiama torbida; mentre al contrario le altre che restano al di sotto, o al di sopra, non turbano la sostanza dell'acqua. E quì pure dee mettersi da parte un altro caso, come non addattato alla materia presente. Si trova nell'acqua (anche stagnante, ed a giudizio d'ogni senso, in riposo) un moto perenne che può tenere sollevate delle particelle di materie più dell'acqua gravi; le quali perciò restano unite al corpo dell'acqua medesima, come sono i ramenti de' sali, delle tinture, e di altre simili sostanze. Queste non si separano da essa che col mezzo dell'evaporazione, o precipitazione; o con gran lunghezza di tempo, come succede alle parti tartaree che trovandosi nell'acqua, anche limpidissima, delle fontane, incrostano per di dentro i loro condotti, e qualche volta empiendoli quasi affatto, serrano la strada al passaggio dell'acqua; di queste dunque noi non abbiamo da parlare; come che per lo più seguitano il moto dell'acque, o se talora si depongono, ciò è in un caso straordinario, che però ne' fiumi non fa regola alcuna; oltrecchè, se si volesse discorrerne, sarebbe necessario prenderne i principj, forse dal più astruso della fisica, e della chimica.

Le materie pesanti che non ponno se non con violenza separarsi dal fondo, per lo più sono sassi, e ghiare, ed in qualche caso arene assai grosse, oltre altre materie che per accidente possono trovarsi ne' letti de' fiumi; queste rare volte sono sbalzate in alto dall'acqua (il che succedendo, quasi immediatamente, precipitano al fondo) ma bensì sono spinte, o lateralmente, o al lungo del corso, o pure cumulate in un luogo; dal che ne nasce, sì la varietà, e sempre costante mutabilità degli alvei de' fiumi che corrono in ghiara; sì quel continuo corso, non solo di acqua, ma di sassi all'in giù, che rende maraviglia a chi osserva, ciò sempre succedere, senza che perciò i fondi si elevino. Ed in fatti sembra a prima vista difficile da concepire, che dalle rupi vicine, continuamente si svellano sassi, e siano

portati negli alvei de' fiumi, da' quali mai non escono, che alle volte per opera umana, e contuttociò non oltrepassino un certo sito, assegnato a ciascun fiume dalla natura, o sia dalla combinazione delle cause che concorrono a questo effetto; senza però formarsi negli alvei montagne di sassi, come pare a prima vista, dovrebbe succedere a riguardo della loro abbondanza.

Se però si considererà la natura delle arene, che nient'altro sono che pezzetti di sasso stritolato, siccome i sassi molte volte sono composti di arene insieme unite; ed in oltre, se si osserverà, che la forza dell'acqua opera contro di essi, continuamente col suo corso, spingendoli a percuotersi, ed a farli scorrere l'uno sopra l'altro, (al che va necessariamente congiunto un continuo sfregamento, mediante il quale si vanno perpetuamente logorando vicendevolmente: come ne fa piena fede il continuo mormorio che si sente ne' fiumi, i quali corrono in ghiara: effetto non tanto del moto dell'acqua che urta, e si rompe in essi, quanto del reciproco dibattimento de' sassi) e di più, se si avvertirà alla gran copia de' rottami, alla pulitura che ricevono, ed a molti altri manifesti segni di logoramento, che si riscontrano nelle ghiare de' fiumi; se dico, tutto ciò si considererà, facilmente si potrà credere, che i sassi continuamente si disfacciano in arene, e che richiedendosi al loro intero consumo una quantità determinata di questo sfregamento (che in un certo grado, porta seco una determinazione di tempo, e di spazio) venga tutto ciò terminato dentro il sito, che sta di mezzo fra il principio del fiume, e l'ultimo limite delle ghiare.

Per esempio supponiamo che un sasso, sfregandosi con un altro (come farebbe sopra una ruota da pulire) con un certo grado di velocità, arrivasse ad essere interamente consumato, dentro lo spazio di un giorno; certa cosa è, che nel medesimo tempo si consumerebbe, se esso fosse mosso seguitamente per un piano, che fosse tanto lungo, quanto richiede la velocità dello sfregamento reciproco d'un sasso, con l'altro (se però la forza, e l'asprezza fosse nell'uno, e nell'altro caso eguale) e che non si varierebbe l'effetto, se tal logoramento succedesse interpolatamente, purchè la quantità del tempo fosse d'una giornata. Varierebbesi bene, se, o il moto, o il tempo, o la durezza, o la grandezza del sasso, o l'asprezza del piano, si alterassero; o se mancasse il piano medesimo, sul quale si fa lo sfregamento, prima che il sasso fosse intieramente consumato.

Essendo dunque nel fiume una forza determinata, che cagiona una determinata velocità nel moto de' sassi; ed essendo che questi hanno una grandezza, e durezza limitata, che ordinariamente non oltrepassano (potendo però avere l'una, e l'altra minore) ne siegue, che la velocità del moto impresso dall'acqua ne' sassi, dovrà richiedere

un tempo determinato, che sia proporzionato alla durezza, grandezza ec. de' sassi medesimi, per interamente stritolarli; e perciò, altresì dovrà essere determinata la lunghezza dello spazio, necessario per l'effetto medesimo, come che questa è figlia della velocità, e del tempo. Non è dunque maraviglia, se ne' fiumi si riconoscono i limiti delle ghiare, e se gli alvei non si riempiono, per lo continuo entrarvi di queste; essendo equilibrata, per così dire, la quantità di esse che giornalmente entra nell'alveo, col consumo che se ne fa. È ben facile anche l'intendere, perchè alcuni fiumi portino le loro ghiare sin dentro il mare; allora, cioè, quando viene a mancare lo spazio addimandato dalle altre circostanze, per stritolarle in arena.

Sminuendosi adunque continuamente la mole de' sassi, e rendendosi con ciò, l'alveo sempre meno declive (come si è detto *nel corol.* 3. *della prop.* 5. *di questo cap.*) ne segue, che un sasso, il quale sotto una mole maggiore, contrastando alla forza dell'acqua, poteva sostenersi in un alveo più declive; ridotto poscia ad una mole minore, ceda all'impeto della medesima, lasciandosi spingere all'in giù, sino a trovare quella declività, che resti proporzionata alla diminuzione della di lui mole. Quindi è, che (1) ne' fiumi in ghiara succedono continue escavazioni, ed altresì continue replezioni; ma così attemperate l'una con l'altra, che ne resta il fondo stabilito; dimanierachè alterato che sia da cause accidentali, o in soverchia escavazione, o in soverchia replezione, ben presto si ristabilisca, per l'efficacia delle cause perpetuamente operanti; è perciò, se l'alveo di un fiume in ghiara, sarà meno declive di quello porti la sua natura; non mancandoli materia per cagionar replezione, eleverassi nel fondo in maniera da acquistarsela; ed avendola più del bisogno, ne seguiranno escavazioni proporzionate, sino al termine nel quale si pareggino le forze delle cause escavanti, con quelle delle resistenti.

---

(1) Per escavazione s'intende qui non già il distaccamento delle parti salde del fondo, su cui posano le ghiaie, ma il trasporto delle medesime ghiaie al tratto inferiore (che forse più propriamente direbbesi espurgazione, o disgombramento) siccome per replezione s'intende il succeder che fanno altre ghiaie nel luogo lasciato da quelle, e questi due effetti sono quelli, che fra loro si attemperano per tal modo, che il letto venga a stabilirsi in quella pendenza che gli è necessaria. Ove poi per cagioni accidentali tal pendio venisse a sconcertarsi, se egli fosse scemato, si poserebbero stabilmente sul letto altri sassi fino a restituirgli la primiera inclinazione, servendo essi di letto a quelli che vi scenderebbero per l'avvenire; e se si fosse aumentato, allora si distaccherebbono dal fondo quelli de' quali saldamente era lastricato fino al detto segno, e non più oltre. Tali escavazioni, e replezioni, che si chiamano continue, non debbono però esserlo, se non per quel tempo in cui l'acqua ha forza bastevole a spingere le dette materie, che posano sopra il fondo.

E quì cade in acconcio di dimostrare un' altra proposizione, che contiene (1) un caso possibile a succedere ne' fiumi che corrono in ghiara.

PROPOSIZIONE VI.

Se un fiume che corra sopra un fondo, che resista all' escavazione richiederà tanto tempo per compirla sino al segno che richiede la propria forza, e permette l' inclinazione dell' alveo, e che prima d' esser essa compita, sia portata nell' alveo altra materia della medesima natura; anderà il detto fiume continuamente scavando il suo fondo, che sarà stabilito fra due termini, l' uno determinato dalla massima altezza, che può farsi per replezione; l' altro dalla massima bassezza fatta nell' escavazione.

(2) Sia il fondo AB quello, che a riguardo della forza dell' acqua e della condizione della materia ec. si chiama stabilito; e sia sopra di esso la materia contenuta nel triangolo ABC, della medesima natura di quella, della quale è composto il fondo AB; egli è evidente, che correndo l' acqua con una forza determinata per lo fondo CB, potrà escavarlo; ma perchè tal escavazione non può farsi istantaneamente, ma per lo supposto, richiede molto tempo, poniamo che l' acqua corrodendo abbia scavato il fiume sino in DB, ma non sia giunta alla AB; e che arrivata l' escavazione a detto termine, sia allora portata dentro il fiume, v. g. da' torrenti influenti, altrettanta materia, che basti a rimettere di nuovo in essere la pendenza CB; Continuando dunque la medesima forza d' acqua, tornerà a farsi l' escavazione, e se di nuovo arrivata sino in DB, sarà riportata nuova materia nel fiume, di nuovo si tornerà ad escavare, e così successivamente. Supponiamo perciò che la pendenza DB sia quella, alla quale può giungere l' escavazione, durante il massimo intervallo di tempo, tra l' uno ingresso, e l' altro della materia nell' alveo AB; adunque non si arriverà mai coll' escavazione alla pendenza AB; ma solo al più alla DB. Parimente supponiamo che CB sia la massima altezza che può fare, detratte le escavazioni, la materia ch' entra nel fiume adunque la

(1) È da avvertire, che l' autore poco dopo, cioè nel corollario 6.° della proposizione 6.ª vuole che sotto questo caso si comprendono eziandio tutti que' fiumi, che hanno il fondo composto di parti staccate fra loro, cioè *sassi*, *ghiaia*, ed *arena*; e in fatti la dimostrazione che ne adduce, si può applicare non meno alle sabbie grasse, che ad altre più grevi materie, che si depongan sul letto senza attaccarvisi.

(2) Cioè a dire, sia quello che la natura esige per quel tal fiume, e che attese le dette circostanze si stabilirebbe, se ella avesse tempo bastante a stabilirlo, prima che nel fiume fosse portata nuova materia agli interrimenti.

declività non oltrepasserà mai la CB; e perciò il fondo sarà stabilito, o più tosto anderà librandosi tra le due declività CB, DB. Il che ec.

Non si può pensare che entri più materia nel fiume di quella, sia smaltita coll' escavazione fatta del fondo; e per conseguenza che questo debba sempre elevarsi. Perchè supposto che ciò succeda, è chiaro che la declività si renderà sempre maggiore; e perciò la materia sarà disposta a cedere più facilmente alla forza dell' acqua, che anch' essa si accrescerà; onde maggior quantità di materia si smaltirà in un dato tempo. Accrescendosi dunque lo smaltimento di detta materia, finalmente si arriverà ad una elevazione, nella quale si pareggerà il consumo con l' entrata; e tale suppongo, che sia l' inclinazione CB.

Avvertasi, che se bene per l' escrescenza del fiume, e per l' abbassamento dell' alveo, la forza dell' acqua non può essere la medesisima (siccome ne meno è la medesima la quantità della materia portata via nella piena, per l' alveo più declive CB, e la portata via, cessata la piena, per l' alveo meno declive DB) non dimeno tutto ciò può ridursi ad una medietà aritmetica, nella quale gl' eccessi compensino i difetti; e può supporsi che l' escavazioni siano proporzionali a' tempi, ne' quali saranno state fatte; posciachè negl' estremi, torna la medesima cosa.

COROLLARIO I.

Perchè adunque l' entrata della materia grossa ne' fiumi, suole succedere, per l' influsso de' torrenti nelle loro piene; ne segue, che in tal supposto, *quanto maggiori saranno gl' intervalli di tempo, tra l' una piena, e l' altra de' torrenti tanto meno declive sarà l' alveo del fiume*.

COROLLARIO II.

Similmente, perchè le piene de' torrenti, quanto sono più grosse, e di maggior durata, riducono ancora maggiore quantità di materia ne' fiumi, perciò *quanto le piene saranno minori, e più corte di tempo, tanto meno sarà declive il fiume*.

COROLLARIO III.

Parimente, essendo che quanto maggiore, e di più lunga durata è la piena del fiume, tanto più opera in escavare il proprio fondo, ne segue, che *quanto più lunga, e maggiore sarà la piena del fiume, tanto meno declive sarà il fondo di esso*. Dipendendo perciò la piena del fiume, tanto nella durata, quanto nella grandezza, dalle piene de' torrenti; e facendo la prima maggiore escavazione, e le seconde maggior riempimento; bisogna osservare, come s' attemperi una

causa coll' altra; e giudicare la qualità dell' effetto, a misura di quella che prevalerà.

COROLLARIO IV.

(1) E *quanto maggiore di corpo sarà l' acqua ordinaria del fiume, sarà ancora tanto meno declive l' alveo;* quali declività tanto in questo, quanto ne' corollarj sopradetti, si devono intendere in tempi omologi, come ancora la minima di tutte.

COROLLARIO V.

Parlando *de' fiumi temporanei*, dentro i medesimi supposti, *gli alvei tanto meno saranno declivi, quanto più breve sarà il tempo della loro aridità, o in cui saranno esausti d' acqua.*

COROLLARIO VI.

Abbenchè questa proposizione principalmente si verifichi ne' fondi composti di parti staccate l' una dall' altra, come sassi, ghiara, ed arena; nondimeno può applicarsi in qualche maniera a' fiumi temporanei, che depongono nel fine delle loro piene materia limosa, e che si rende tenace per l' essiccazione fatta dal Sole. Ho detto *in qualche maniera*, perchè ordinariamente *la materia limosa*, che è quella che riceve tenacità dall' essiccazione, *non si depone che con una gran diminuzione di velocità, che appena si riscontra nell' acqua de fiumi*. Quando però vi si deponesse, per qualche accidentale cagione, caderebbe sotto i supposti di quest' ultima proposizione.

Le materie poi che s' incorporano alla sostanza dell' acqua, sono arene sottili, parti terree, ed altre di simile natura. Sono queste non spinte, come le ghiare; ma sollevate dal fondo, e portate sino all' ultima superficie dell' acqua; abbenchè il loro peso specifico

(1) Da ciò si deducie non essere per sentimento dell' autore limitato il tempo, in cui la forza dell' acqua è capace di spignere le materie sciolte, e staccate che stanno sul letto, al solo stato delle massime escrescenze del fiume, ma potersi tal' effetto aspettare in qualche grado anco nello stato ordinario dell' acqua; e con ragione, potendo in tale stato rimanere ad essa tanto di forza, che equivaglia a quella delle piene di un altro fiume, poste eguali tutte le circostanze che debbono concorrere al detto effetto. E quindi anco si può inferire, che in tale supposizione, un fiume perenne sarà sempre meno declive d' un temporaneo, ancorchè questo fosse eguale a quello di forza a' tempi delle massime piene dell' uno, e dell' altro, atteso che nel perenne più lungo tempo durerà l' azione dell' acqua in tal grado, che basti a scemar la pendenza con isgombrare le materie deposte.

superi quello del fluido, al quale perciò non sono unite, per la gravità uniforme; ma solo per la violenza del moto, e per la resistenza che trovano le loro superficie al discendere, impedite dalla viscosità dell'acqua medesima; in quella maniera per appunto che i vapori acquei si sollevano, e stanno sospesi lungo tempo nell'aria, come si è spiegato *nel cap.* 4. Quindi *acciocchè le particelle di terra restino unite all'acqua, si ricerca un certo grado di agitazione proporzionato al loro peso, mole, figura, e superficie*, cessando il quale, cominciano a discendere, ed a lasciar l'unione che prima aveano colle parti dell'acqua. Dal che ne nasce, *richiedersi maggiore agitazione per tenere unite all'acqua le parti più grosse, e pesanti, che le più sottili, e meno gravi*. L'agitazione parimente, o è la velocità dell'acqua esercitata lungo il corso del fiume, o pure i moti vertiginosi, fatti su un piano verticale, cioè dal fondo alla superficie, e da questa al fondo; o pure su un piano orizzontale, o inclinato, come s'osserva ne' vortici. Nè può negarsi, che questi ed altri moti disordinati non operino (tanto a corrodere il fondo, e le ripe, quanto a tenere sollevata la materia) molto più di quello, possa la velocità esercitata per la linea di direzione del fiume; nulladimeno, perchè i moti sregolati non ponno comprendersi sotto regole semplici, ci contenteremo in questo luogo di considerare l'azione della sola velocità predetta: e ciò faremo tanto più giustamente, quanto che i moti predetti irregolari, sono ordinariamente più, o meno vigorosi, quanto maggiore, o minore è la velocità del fiume.

Dipendendo adunque, come si è detto nel capitolo antecedente, la velocità dell'acqua de' fiumi, o dall'altezza del proprio corpo, o dalla discesa; ed essendo, secondo l'uno, e l'altro principio, più veloce l'acqua in un luogo che nell'altro; ne segue, che una parte dell'acqua può essere così veloce che possa sostenere materie più grosse, e più pesanti; e che un'altra non basti per portare le più sottili, è leggiere. Quindi è, che *dove i fiumi sono più veloci, cioè nel filo dell'acqua, si mantengono più profondi; e dove hanno meno di forza, si fanno delle alluvioni*, e deposizioni di materie più grosse. E questa è la ragione, per la quale *nelle parti convesse delle tortuosità de' fiumi si generano spiaggie, o arenai, e dalla parte opposta restano corrose le ripe*. Dal medesimo principio deriva pure, che per lo più ne' fiumi che hanno acque più veloci verso il fondo, che alla superficie, le arene più grosse non si alzano al pelo dell'acqua, dove giunge la sola terra, e perciò le *alluvioni che si fanno sulle restare* o golene, *sono di natura molto differente*, quanto alla materia, *da quelle che succedono dentro l'alveo*; e similmente *le bonificazioni fatte regolatamente, e col prendere l'acqua torbida verso la superficie, sono molto più fertili di quelle che sono state fatte*

fiume aperto, e con prendere l'acqua dal fondo dell'alveo. Non vi è dubbio, che continuandosi in tutte le parti del fiume quel moto che rendesi necessario per tenere sollevata la torbida, non mai si deporrebbe essa, e sarebbe portata coll'istesso moto dell'acqua sino all'ultimo termine; ma rallentandosi l'agitazione, è ben chiaro che le materie eterogenee mischiate all'acqua, si deporranno successivamente secondo la loro gravità; e perciò *sboccando fiumi torbidi in lagune, o paludi, le interriscono*, e fanno che il terreno si manifesti in più luoghi, ne' quali prima non si osservava ch'espansione di acqua.

Per la stessa ragione *gli alvei de' fiumi*, ne' luoghi, ne' quali sono *larghi più del dovere, s'interriscono alle sponde, ristringendosi l'alveo a quella capacità che è richieduta dall'abbondanza dell'acqua che vi scorre;* il che anco fanno nelle paludi ec. facendosi l'alveo dentro gl'interrimenti medesimi. E perchè rare volte un fiume scorre sempre con la stessa violenza, osservandosi maggiore velocità nelle piene maggiori, che nelle minori; e parimente nel colmo della piena, più che nel crescere, o cessare della medesima, in parità di circostanze: quindi è, che *correndo l'acqua torbida per un alveo con poca velocità, seguono interrimenti nel fondo*, ed alle volte tali che cessata l'escrescenza, il letto del fiume si vede mezzo ripieno, e fa dubitare a chi è poco pratico della natura de' fiumi, ch'esso non possa essere capace di una piena maggiore; seguendo poscia la quale, di nuovo si scava alla primiera profondità. Perciò, se bene *un fiume* può scorrere al suo termine sopra d'un fondo affatto orizzontale (1) *portando* però *acqua torbida*, se non avrà esso tanta altezza di corpo d'acqua da tenere la terra sempre incorporata, *necessariamente dovranno seguire delle deposizioni*, le quali anderanno sempre crescendo, sino ad acquistare quel pendio, che più non può resistere alla forza dell'acqua, acciocchè non porti via la materia, che per altro resterebbe deposta sopra la di lui linea; è perciò (2) *nelle piene minori si mutano le cadute, accrescendosi; e nelle maggiori, sminuendosi*.

---

(1) L'altezza di corpo che quì richiede l'autore, affinchè non seguano deposizioni, è necessaria o in quanto con essa suol'andar congiunta maggior velocità (che è quello che principalmente quì si considera) o in quanto la maggior copia dell'acque, che non suol'esser disgiunta dalla maggior altezza, può sostenere maggior quantità di terra, che è quello di che egli passa a ragionare poco dopo nel §. *Non è la sola*.

(2) Ciò che qui si dice del mutarsi le cadute, o sia le pendenze nelle varie piene d'un medesimo fiume, non è diverso da quello che si è conchiuso nelle proposizioni precedenti, e ne' loro corollarj in proposito delle materie sciolte, che scorrono sul fondo de' fiumi, senza incorporarsi coll'acqua, se non in ciò, che allora si esaminava come si formino le pendenze a' fiumi mediante l'escavazione, o piuttosto l'espurgazione delle dette materie, e quì si considera come i fiumi

Da ciò che sin óra si è detto, evidentemente apparisce, rendersi inutile qualunque opera umana, che tenti di accrescere, o scemare le dovute pendenze a' fiumi torbidi; posciachè, se non s' inducano nuove cause perpetuamente operanti, accresciute che sieno dette pendenze, succederanno nuove escavazioni, e sminuite, nuove deposizioni; e perciò nel mutare il letto a' fiumi per via di cavi, si deve ben avvertire la caduta, che ha un termine sopra l'altro, e paragonarla alla necessità del fiume, ed alla situazione della campagna, per non incorrere in quegl' errori, che per simili inavvertenze hanno spesso fatto, e fanno lagrimare le provincie intiere, a causa dell'alzamento seguito ne' fondi degli alvei, dell'impedimento degli scoli delle campagne, e dell'innondazione delle medesime. Dissi, *se non s' inducano nuove cause perpetuamente operanti;* perchè in tal caso potrebbe anche perpetuarsi l'effetto, perciò in proposito di volere sminuire le pendenze, potrebbe giovare, essendo praticabile il ristringimento dell'alveo ad un fiume, o l'unione di più acque in un alveo medesimo. E quando le cadute siano troppo precipitose, è comune la pratica di traversar loro l'alveo con chiuse, o pescaie, per far elevare i fondi, ed impedire il dirupamento delle ripe; nel qual caso si tolgono bene alcuni de' cattivi effetti, che partorisce il soverchio profondamento del fiume, ma le cadute in poco tempo si ristabiliscono a misura della necessità dell'alveo. Solo ad accrescere realmente le cadute, può contribuire la diversione dell'acque, o l'allargamento dell'alveo, quando possa mantenersi in tale stato.

Quale sia il grado di velocità, che può bastare per tenere sollevata la materia arenosa nell'acqua; e quale la materia semplicemente terrea, è difficile da determinarsi. Egli è ben evidente, che (1) *il Pò*

---

acquistino le pendenze per la deposizione di que' corpi più tenui, che scorrono mescolati coll' acqua. Poichè dunque le arene de' fiumi, se sono delle più grevi si riducono alla prima delle dette due specie di corpi, e se delle meno grevi alla seconda, e poichè si è veduto che nell' uno, e nell' altro caso le piene maggiori d' un medesimo fiume hanno forza di accomodare il letto a minor pendenza di quello che facciano le minori, ne segue che generalmente ne' fiumi che portano sabbia, se si misurerà la loro pendenza ne' tempi diversi, potrà questa trovarsi alquanto diversa, secondo il diverso grado delle ultime piene, che per essi saranno corse, purchè tutte le altre circostanze siano pari; ma tuttavia tal diversità sarà ristretta dentro certi limiti, corrispondenti alla massima, e alla minima forza che possano aver avuta le dette piene nel produrre tali effetti; e però in questo, e non in altro senso si può intendere, che un fiume arenoso arrivi a stabilire la declività del suo letto.

(1) Che il Pò abbia nelle masssime piene 35 piedi d' altezza lo aveva eziandio detto l'autore più sopra nel §. *Similmente* di questo capo 5, e forse lo dedusse dalle misure prese in quel fiume al Ponte di Lagoscuro nella visita delle acque dei due Cardinali d' Adda, e Barberini dell' anno 1693, nella quale occasione (essendo

il quale nelle sue massime piene ha trentacinque piedi di altezza viva di acqua, non permette che nel suo letto si faccia deposizione veruna, sopra il fondo già stabilito. Che (1) il *Reno*, ed il *Panaro*, *i quali non hanno che nove, o dieci piedi di altezza, depongono l'arena sino però a formarsi il pendio, rispetto al Reno, di tredici in quattordici oncie di caduta per miglio; ma non lasciano già la terra, nè meno l'arena sopra detta pendenza*. È ancora probabile, che *l'arena medesima possa andare col lungo corso de' fiumi*, così assottigliandosi, *che possa paragonarsi colla terra;* se pure l'una, e l'altra non sono una stessa sostanza, cioè l'una più semplice, l'altra più composta; ed in fatti si vede che le arene del mare, le quali non sono altro che le portativi dentro da' fiumi, sono sottilissime, e tanto più, quando provengono da' fiumi maggiori, e di corso più lungo; il che essendo vero, tanto minor forza addimanderebbero per non deporsi, siccome anche minore la richiede il limo sottile; e perciò pochi sono i fiumi, i quali lo depongono nel proprio letto fuorchè in poca quantità, e per cause affatto accidentali.

Non è la sola agitazione dell'acqua quella che concorre a tenere sollevate le arene; avendovi anche gran parte la copia delle medesime. Per intelligenza di ciò, si consideri, che siccome il moto dell'aria può ben fare ascendere, e tenere sospesi i vapori, ma non in

---

il Pò in grande altezza) si trovò il suo massimo fondo più basso appunto 35 piedi bolognesi in circa de' segni delle sue piene maggiori. Ma che tale altezza fosse viva, vi ha luogo a dubitarne, atteso chè nè in quell'occasione fu ritrovata una tanta profondità in alcun altro de' diversi scandagli fatti in quelle vicinanze, dove la larghezza è assai uniforme, nè dopo in altre osservazioni replicate in que' contorni gli anni 1716, 1720, 1721, 1729 è mai stato trovato fondo così basso, con tutto che fra segni delle massime piene succedute nel tempo di mezzo non si sia riconosciuto divario di alcun momento. È ben vero, che in queste più fresche osservazioni si è ivi ritrovato qualche aumento di larghezza sopra quella che allora fu misurata di piedi 700, e che l'autore ha riferita nel detto §. *Similmente*.

(1) Che che sia della vera altezza delle piene del Reno, quì ed altrove mentovate dall'autore, e di quelle eziandio del Panaro (intorno a' quali fiumi dopo il tempo in cui egli scrisse, si sono fatte nuove, e più accertate osservazioni) la pendenza che egli dà al primo di 13 in 14 oncie per miglio è scarsa, anzi che no, anche attese quelle sole livellazioni che egli poteva aver vedute, e in fatti i detti due Cardinali nella relazione, o voto che diedero intorno al recapito di quel fiume, la stabilirono col fondamento delle dette livellazioni di oncie 14, e due terzi, o di 14, e tre quarti, e da altre osservazioni che poi sono state fatte nelle susseguenti visite è risultata forse anco alquanto maggiore. Tali divarj si ponno attribuire in parte alle fallacie delle misure, ma fors'anco in parte si debbono riconoscere da' diversi stati di pendenza, che il fiume può aver avuti in diversi tempi, secondo i varj gradi di quelle ultime piene, che precedettero le osservazioni che ne furono fatte.

ogni quantità che si trovino; e perciò è necessario, che cumulatane una gran copia, finalmente ricadano in pioggia; così l'acqua mediante l'agitazione che si trova avere, non può sostenere qualsiveglia quantità di parti più gravi di essa ma devono essere limitate, non tanto dal grado, che dalla somma del moto, che si trova nella medesima. Quindi è, che il grado dell'agitazione corrisponde alla grossezza, o sottigliezza delle parti; e la somma del moto al numero, o quantità delle parti medesime. Può darsi perciò il caso, che il grado, o velocità dell'agitazione, non sia potente a sollevare, e sostenere un grado di arena; ma sminuzzato che sia, resti esso sospeso nell'acqua; non sarà però il medesimo grado valevole a sostenere infinite granella della medesima misura, se non s'intenderanno essere dell'acqua infinite le parti, e per conseguenza infiniti gradi di moto rispetto al numero, ognuno de' quali sostenga un grano di arena. Egli è perciò necessario che il numero di questi sia limitato, e proporzionato alla somma del moto che si trova in una certa quantità di acqua; o pure, se così dir vogliamo, in una sezione di un fiume.

È facile assicurarsi di ciò coll'esperienza; poichè presa una quantità di acqua dentro di un vaso, ed agitata questa con un moto sempre uniforme (il che si può ottenere con diversi artificj) se a detta acqua sarà infusa della polvere, si vedrà che sul principio si mischiarà ella con l'acqua, la quale perciò diverrà torbida: ma se continuerassi ad aggiungere sempre altra quantità della polvere medesima, si vedrà ch'essa non si mescolerà più con l'acqua; ma caderà al fondo del vaso, al che può concorrere, non solo la defficienza della quantità del moto necessario a sostenere la quantità della terra aggiunta, ma ancora la vicinanza delle parti medesime, che facilmente unendosi insieme, formino una mole più pesante, che richiede un grado d'agitazione maggiore, per essere tenuta sospesa nell'acqua. Per l'una, e per l'altra dunque delle suddette ragioni, egli è evidente, che quantunque il grado del moto possa sostenere più parti di terra incorporate all'acqua, non potrà sostenere però tutta quella quantità, che a lui sarà somministrata; e perciò può darsi il caso, che in un fiume sia portata tanta quantità di terra, che l'acqua di esso non possa portarla via, se non in un tempo determinato: incidente che porge motivo alla seguente proposizione, i supposti della quale, se bene di rado accaderanno, non sono però impossibili.

PROPOSIZIONE VII.

(1) *Se ad un fiume sarà somministrata, v. g. da' torrenti influenti,*

(1) Con tutta ragione ha detto l'autore, che di rado verrà il caso che si

tanta quantità di terra, o di arena, che non possa tutta incorporarsi con l'acqua di esso; si deporrà ella, ed alzerà il fondo, ma cessato l'influsso de' torrenti, la terra deposta sarà corrosa, e portata via dal corso del fiume. E se a far ciò, si richiederà più tempo di quello intercede fra un influsso, e l'altro de' torrenti, non potrà il fondo del fiume ridursi a quella minore declività, che addimanda la forza dell'acqua, e la resistenza della materia che compone il fondo; ma si stabilirà fra due termini, l'uno de' quali sarà quello che compete alla massima corrosione, che può fare il fiume in detto tempo, l'altro sarà quello che è limitato dal massimo alzamento, che può fare la materia portata in esso.

Io non istimo necessario il dimostrare a parte questa proposizione, potendo applicarsi ad essa proporzionalmente la prova *della prop. VI. di questo capitolo*, dalla quale non è in altro differente, che nel supposto della materia portata da' torrenti nel fiume; ed a questa proposizione possono applicarsi i corollarj, ed annotazioni fatte a quella. Solo si può avvertire, che tanto è più facile la corrosione della materia in questo caso, quanto essa non ha bisogno per essere corrosa, di essere spinta radente il fondo del fiume, ma può incorporarsi all'acqua la quale, se bene entrasse chiara nell'alveo del fiume, nulladimeno per tal corrosione s'intorbiderebbe, e per ciò difficilmente verrà il caso, se non accidentalmente che nel tempo che corre tra l'una piena, e l'altra de' torrenti, non sia compita la corrosione, e stabilito il fondo.

Questa proposizione ancora si verifica in parte, in que' casi ne' quali le piene de' fiumi, nel suo maggior colmo fanno delle deposizioni, che poi sono levate, nel calare delle medesime; o in acqua

---

verifichino i supposti di questa proposizione, perciocchè l'acqua del fiume potrà ordinariamente sostenere quantità assai maggiore di terra, o d'arena sottile di quella che possa esserle somministrata da' suoi influenti. E nel vero se un influente con quel grado di velocità, e di agitazione, di cui egli è dotato, si suppone poter pur sostenere, e portare quella quantità di terra che egli porta, e con essa entrare nel fiume recipiente, appena si può dubitare, che la medesima quantità di terra non possa esser sostenuta dal recipiente, che per l'ordinario suol essere fiume, e più copioso d'acqua, e dotato di eguale, o di maggior grado di velocità per la sua maggiore altezza viva, la quale velocità dovrà poi anco aumentarsi col ricevere che egli farà le acque dell'influente. Non pare dunque possibile questo caso, se non ove il recipiente fosse assai tardo di moto, e particolarmente ove fosse impedito dal rigurgito del mare, ma allora è difficile che abbiano luogo gli altri supposti di questa proposizione, cioè a dire, che l'impedimento duri sì lungo tempo, che la materia deposta non sia stata frattanto portata via dal fiume, prima che sopraggiunga altra piena del torrente, come l'autore ha avvertito nel §. *Io non istimo*, che segue appresso.

ordinaria, cessando le cause che hanno cooperato, a fare dette deposizioni; e perciò non bisogna maravigliarsi, se alle volte si vede un fiume basso corrodere l'arena, che tal'uno crederebbe dovesse essere stata portata via; non deposta dal fiume più alto; perchè (1) in alcuni luoghi si fanno per cause accidentali, delle alluvioni nelle piene, che per altro non succederebbero fuori di esse, come a suo tempo si spiegherà.

Rispetto finalmente alle materie che sono portate a galla dall'acqua, queste meritano poca considerazione: posciachè se esse non s'uniscono col fondo, o con le ripe, si depongono nelle golene, o pure sono portate sino all' ultimo sbocco. Tal volta però cessando l'acqua ne' fiumi temporanei, restano esse nel fondo, o nelle spiagge del fiume; ma sopravenendo nuov' acqua, di nuovo si alzano a galla, e seguitano il corso della medesima, sempre nella parte, che è più veloce, cioè nel filone; salvo che talvolta, secondo la loro diversa condizione, o si framischiano alle deposizioni terree, e servono ad accrescere la resistenza del fondo; o se sono rami d' arbori, e capaci di farlo, s' abbarbicano, e radicano nel fondo o nelle sponde, e talora lo fanno così stabilmente che servendo d' un considerabile impedimento, mutano la direzione al corso dell' acqua, o scostandolo, o stringendolo contro una ripa. Lo stesso succede per cagione de' semi delle piante, che portati dall' acqua, e deposti in qualche luogo idoneo nascono e vegetano, o vestendo d' erba le sponde de' fiumi, e con le radiche sostentandole, che non dirupino; o imboscando le golene e le scarpe delle ripe dell' alveo, e le spiagge medesime, cagionando con ciò diversi effetti, ora utili, ora nocivi. Rare volte però, e forse non mai, succede che le materie gallegianti sopra l' acqua, alterino considerabilmente, e stabilmente la positura del fondo; abbenchè molte volte mutino la situazione delle ripe.

(2) Dalle cose sin ora dette, concernenti le deposizioni delle materie portate dall' acqua, si potrebbero dedurre alcune altre proposizioni, ma queste ricaderebbero nelle dimostrate di sopra, in proposito dell' escavazione; poichè egli è evidente, che se si facessero deposizioni maggiori di quelle che sono permesse dalle cause escavanti,

---

(1) Vedine gli esempi, e le spiegazioni nel capo 10 §. *Abbiamo di sopra*, e §. *lo stesso accade*.

(2) In proposito de' letti de' fiumi stabiliti per deposizione di materia, potrebbe nascere una difficoltà, ed è che essendo questo caso comune, più che altrove nella pianura, dove i fiumi trovando luoghi bassi, e paludosi gli hanno uguagliati colle alluvioni, e fra questi si sono formati un letto con quella tenue pendenza, che secondo la dottrina dell' autore poteva per l' appunto bastare a dar luogo alla velocità necessaria a non deporre più oltre la terra, o l' arena, ed essendosi detto, che appunto ove la pendenza è così scarsa, la cagione di cui le

comincerebbero queste ad operare; e tanto più facilmente, quanto che minor forza si ricerca per corrodere la materia deposta, come senza tenacità, che a staccare le parti d' un fondo antico, le quali rare volte saranno prive d' ogni legame colle vicine, e perciò torna lo stesso, o considerare il fiume stabilito per via di sola escavazione senza alcuna deposizione, o pure per sola deposizione, senza alcuna escavazione; mentre nell' uno e nell' altro caso la forza dell' acqua tralascia di escavare, perchè la resistenza della materia che compone il fondo, unita alla poca declività della di lui linea, la impedisce di ulteriormente operare.

Abbiamo fin ora addotte le cause che concorrono a stabilire la situazione del fondo; resta ora per compimento di questo capitolo, da determinare il principio, dal quale vien regolata la distanza delle di lui parti dal centro della terra; attesochè ponno due fiumi avere nel fondo una situazione affatto uniforme, sì nella lunghezza, che nella degradazione delle cadute; ancorchè le parti simili degli alvei dell' uno, e dell' altro siano diversamente distanti dal centro della terra, come evidentemente dovrebbe succedere, se uno entrasse nel mare, cadendo da una cateratta chiusa, o sostegno; e l' altro entrasse placidamente, portando la sua superficie ad unirsi insensibilmente a quella del mare. Questo caso assai bene insegna, che l' altezza, o bassezza degli alvei de' fiumi, de' quali sia stabilita la linea cadente de' fondi, unicamente dipende dagli sbocchi, il fondo de' quali dee servire per base a tutta la parte superiore del fiume, disponendo sopra di esso tutte le linee, o declività che competono a tutte le parti dell' alveo,

---

acque riconoscono la loro velocità non è la discesa, che succeda a cagione della detta pendenza, ma quasi unicamente l' altezza corrente dell' acqua, pare che tali dottrine ripugnino una coll' altra. Ma tale apparente contraddizione si toglie considerando, che quel poco di velocità originata dalla discesa, che in tali casi in virtù della pendenza si mantiene tuttavia nel fiume, quando si paragoni colla velocità totale (o se si vuole colla media) di esso, può essere sì poca cosa, che non meriti di esser messa in conto, e però sta bene che la detta velocità media si riconosca sensibilmente tutta dall' altezza, ma ciò non ostante può quell' atomo di velocità di più essere quello per l' appunto che bisognava al fiume per sostenere la materia terrea, ed arenosa che egli porta, e però a conservare tal grado di velocità, e ad impedire gli interrimenti, gli era necessaria quella tal misura di pendenza. Aggiungasi che l' istessa altezza corrente per le cose dette in una annotazione del capo 4, e per quelle che si diranno nel capo 7 non produce velocità eguale ove gli impedimenti non sieno eguali, e però meno ne produce ove è minore la pendenza, la cui scarsezza è uno de' più considerabili impedimenti. E però non ostante, che la velocità si attribuisca più che ad altro all' altezza, la pendenza sempre vi ha parte nel fare, che questa la produca, o piuttosto la mantenga in maggiore, o minor grado, secondo che maggiore, o minore si trova essere la stessa pendenza.

sino alle fontane, dalle quali tirano l' origine i primi rivi. Se però il fiume non avrà il letto seguito, e continuato dal principio al fine, come se sarà interrotto, o da cateratte, o da laghi, paludi, e simili; si devono considerare queste, come il fine del fiume, ed assumere la parte superiore della cateratta, o la foce dell' immissario, come un nuovo sbocco, sul quale s' appoggi l' intera situazione delle parti superiori. Ma di ciò più a lungo discorreremo nel capitolo ottavo, siccome tratteremo più ampiamente della larghezza de' fiumi in altri luoghi, secondo che porterà l' occasione della materia.

CAPITOLO SESTO

Della rettitudine, e tortuosità degli alvei de' fiumi.

Dopo d' avere indagate, nel capitolo precedente, le cause radicali delle due principali proprietà de' fiumi, cioè della profondità, o più tosto della declività, e larghezza degli alvei; pare che il buon ordine porti a considerare, quali siano le vere cagioni della loro diversa situazione nella superficie terrestre; riscontrandosi in questo particolare molte circostanze, degne d' una particolare avvertenza. Si vede tutto il giorno, da chi considera il corso de' fiumi, che altri di questi si stendono in una linea retta, dal suo principio sino al fine; ed altri ora s' incurvano formando angoli assai grandi, ora s' increspano nelle curvità delle corrosioni, ora si raggirano in mille meandri; nel che si deve riconoscere, o un fine particolare della natura, o pure una necessità inevitabile, che obblighi i fiumi a prendere strade diverse l' uno dall' altro.

S' io considero la natura nella sua semplicità, difficilmente posso darmi a credere, ch' ella affetti altra strada che di linee rette; poichè corre un assioma comune fra' fisici, che *la natura opera sempre per i mezzi, e strade più compendiose*. Quindi è, ch' essendo l' intento della natura di portare per gli alvei de' fiumi le acque di essi al suo termine, cioè al mare, o a' fiumi maggiori; è difficile d' immaginarsi il fine, per lo quale sceglie ella vie oblique, e tortuose per lo corso de' fiumi, duplicando molte volte, e triplicando la lunghezza della strada, che per una sola linea retta, s' avrebbe brevissima. È dunque necessario il dire, che *l' obbliquità del corso de' fiumi, sia una necessità indotta dalle circostanze, e dall' azioni delle cause parziali che concorrono alla generazione*, per così dire, *degli alvei*; e che essendo sommamente difficile il fare, che un moto prodotto, e diretto da più cagioni, seguiti la rettitudine di una linea; necessariamente perciò succeda, che i fiumi prendano strade oblique, e tortuose;

secondo la diversità, o delle resistenze, o delle cause che o s' uniscono, o succedono l' una all' altra nell' operare.

La necessità, che hanno avuta gli uomini d' impedire la voracità de' fiumi che ingoiano, colla corrosione delle ripe, molte volte le sostanze d' una famiglia; e col mutar corso, ed abbandonando i ponti, sotto i quali aveano l' esito, non rare volte intersecano le strade, ed interrompono la libertà del commercio, oltre mille altri mali dipendenti dall' instabilità de' fiumi medesimi; è stata quella che ha acuiti gl' ingegni degli architetti di acque a cercarne i rimedj, e ad indagarne le cause; onde è, che niuna altra parte dell' architettura dell' acque, è stata trattata più di questa; parendo forse che essa non si estendesse, oltre questa materia. Bisogna però confessare, che non si è sin ora fatto molto profitto, o siasi che troppo moltiplicate siano le cause che cagionano le corrosioni, e le mutazioni di corso; o che sia troppo difficile il misurare l' energia delle medesime, e il proporzionar loro la resistenza de' ripari; o che sia facile lo sbaglio nella investigazione della vera causa produtrice dell' effetto che si vorrebbe rimovere. E perciò il più delle volte vanamente si travaglia, ed inutilmente si spende il tempo, e il denaro, in volere resistere al corso incamminato d' un fiume; anzi molte volte il rimedio è peggiore del male, non essendo rari que' casi, ne' quali un riparo portato via dal fiume, ha tirata seco in un giorno la ruina della ripa, a cui egli era connesso, e la quale per altro avrebbe resistito più lungo tempo.

Io non pretendo con ciò di condannare l' uso di difendere le sponde de' fiumi, e molto meno di dar regole di farlo sicuramente. So quanto egli sia difficile, e quanti riguardi, e cautele si richiedano, a chi ne intraprende la pratica. Nè mi è ignoto, che molto insegna l' esperienza, e l' esperienza del fiume in cui si travaglia, la cognizione del quale, rispetto alle proprietà individuali, è affatto necessaria. Non deve però l' esperienza andare scompagnata dal lume, che somministrano le cognizioni teoriche, altrimente rimarrà ella affatto allo scuro, qualunque volta manchino le circostanze, alle quali resta ella appoggiata. Pretendo bene di porgere qualche lume alla pratica, per altro cieca, degli architetti delle acque, acciocchè dalla cognizione delle cause, possano condursi più facilmente a quella degli effetti, e proporzionare a quelle ed a questi le loro invenzioni; e ciò senza uscire dal mio instituto, quale è di rendere palese la natura de' fiumi, addurre le cagioni degli effetti che in essi si riscontrano, e di mettere in chiaro le regole osservate dalla natura medesima, nella condotta de' fiumi.

So che il Barattieri, ed il Michelini hanno trattata ampiamente questa materia; e molti sono stati quelli che hanno proposti de' modi di riparare le ripe, acciocchè in esse non succedano corrosioni; onde io

prendendo da' primi ciò che ho creduto conforme alla verità, ho aggiunto quello di più che mi è venuto in mente sopra questa materia, e che mi è paruto non lontano dal vero. Mi è ben convenuto di separare le cause l'una dall'altra, considerando ciò che dall' una, presa sola, può derivare senza unire l' efficienza di più di esse insieme congiunte. Poichè (oltre che, avendo destinato di fare altrimenti, mi sarebbe stato necessario d' intraprendere un trattato intero) ho creduto che chi avrà ben inteso il modo di operare d' ogn' una delle cause addotte, potrà facilmente dedurre ciò che possano due, e più di esse congiunte. Nè ho mancato di dare di passaggio qualche avvertimento a' pratici che potrà loro giovare nella costruzione, sì de' ripari, che degli argini, i quali si fanno alle sponde de' fiumi tortuosi. Seguitando perciò l' intrapreso metodo, ho distesa tutta la materia in alcune proposizioni, dalle quali ho dedotti gl' opportuni corollarj, ne' quali ho, cred' io, spiegato tutto ciò che può appartenere al soggetto di questo capitolo.

PROPOSIZIONE I.

Se un grave sarà posato sopra d' un piano inclinato, lasciato che sia in libertà, discenderà per quella linea che dal centro del mobile caderà perpendicolare alla comune sezione del piano inclinato col piano orizzontale.

Sia il piano orizzontale IGCH (*fig.* 22.), e l' inclinato EFCD, e la comune sezione di essi sia la linea DC: dico che se il grave A sarà posato sopra il piano inclinato EFCD; lasciandolo cadere, prenderà esso nel discendere la linea AB, perpendicolare alla DC. Posciachè egli è certo che i gravi tutti prendono nel loro discendere quella strada per la quale più presto ponno avvicinarsi al centro, o ch' è lo stesso per la quale più presto arrivano a toccare il piano orizzontale; ma la linea AB, come perpendicolare alla DC tirata sul piano orizzontale, è più breve della linea AD, e generalmente di tutte quelle che dal punto A ponno tirarsi alla DC; adunque il grave A descriverà nel suo discendere la linea AB. Il che ec.

COROLLARIO I.

E perchè *l' acqua* anch' essa è un corpo grave; perciò *trovandosi dell' acqua in A, senz' altra direzione, che quella che le può dare la propria gravità, discenderà anch' essa per la linea* AB.

COROLLARIO II.

Similmente perchè la linea AB è quella, che fa l' angolo maggiore

col piano orizzontale (come facilmente si può provare, lasciando cadere dal punto A una perpendicolare al piano orizzontale v. g. AK, e dal punto A tirando le linee KB, KD, dalla quale costruzione farassi l' angolo ABK maggiore di ADK, per essere le due AB, KB minori ad una ad una, delle due AD, DK, e la linea AK comune) ed essendo perciò la linea AB quella che ha più di caduta in eguale lunghezza; ne segue, che *dovendo l' acqua discendere per la sola virtù della propria gravità, sceglierà quella linea per la quale troverà maggiore caduta*, o la quale (che è lo stesso) sarà più inclinata all' orizzontale.

COROLLARIO III.

Non essendo però l' acqua un solo corpo, ma l' aggregato di più corpicciuoli insieme; n' avverrà, che *posta una quantità di acqua in* A, *non potrà ogni parte di essa discendere per la linea* AB, *ma diverse parti sceglieranno diverse linee*; tutte però per questa ragione, *paralelle ad* AB.

COROLLARIO IV.

Essendo però impossibile, che *l' acqua* corra giù per lo piano EC, senza qualche altezza di corpo; bisogna che tale altezza *in virtù della pressione, spinga lateralmente qualche parte di acqua, quale venga obbligata a prendere una linea obbliqua* v. g. AD. Ma essendo maggiore la velocità per AB, che per AD, maggiore anco sarà il corso, e lo scarico dell' acqua per essa AB, e in conseguenza *non potrà allargarsi molto il corso di tutta l' acqua a destra, ed a sinistra della linea* AB.

COROLLARIO V.

Che *se il corso per* AB *sia fatto con tanta velocità, che basti a disunire l' una dall' altra, le parti del piano* AB, *farassi l' escavazione per la linea* AB; e perciò profondandosi l' acqua sotto la superficie del piano EC, *serviranno le sponde di questo scavo ad impedire l' allargamento dell' acqua*; e perciò discendendo essa per un piano tanto declive, che possa coll' escavazione formarvi dentro *l' alveo; sarà* questo *disposto in una linea retta, che abbia la caduta maggiore di quella che possano avere tutte l' altre linee tirate da quel punto sopra del piano medesimo*. Lo stesso succederà, se non essendo il piano tanto declive, che possa essere scavato, l' acqua sia torbida, e possano farsi delle alluvioni; perchè in tal caso *la materia terrea si deporrà lateralmente alla linea* AB, *ed alzandosi le sponde, succederanno gli effetti medesimi dell' alveo scavato*.

Queste dimostrazioni però suppongono, che la materia della quale è

composto il piano, sia omogenea, almeno nella resistenza delle parti all' essere staccate; altrimenti potranno succedere delle alterazioni, come si dirà più abbasso.

PROPOSIZIONE II.

Se un grave sarà gittato sopra un piano declive con qualche direzione obbliqua, descriverà esso sopra del medesimo piano una linea curva, sin tanto che la forza che lo spinge per detta direzione, gli si tolga dalle resistenze di esso piano; indi discenderà per la linea retta, di cui si è parlato nella prima proposizione.

Prima d'accingermi alla dimostrazione di questa proposizione, devo avvertire in primo luogo, ch' io *non parlo di piani matematici, ma di piani fisici;* e conseguentemente ineguali (come parlando di acque, sarebbe un piano di terreno) ne' quali perciò si possono intendere delle resistenze che impediscano la velocità del mobile, e finalmente l' estinguono: ed in secondo luogo si dee pure intendere, che *la natura del moto attuale, o di traslazione, è di tal sorte, che non si può concepire senza intendere il mobile con qualche direzione*, cioè senza intendere che sia trasportato verso qualche parte, *e con qualche velocità*, mediante la quale sia valevole a scorrere un dato spazio in un dato tempo.

Per quello che s'aspetta alle *direzioni*, queste o *sono semplici*, o *sono composte: semplici direzioni si chiamano quelle che si esercitano per linee rette*, come sono supposte comunemente quelle delle cadute de' gravi; e queste sono prodotte da una, o più forze operanti per la retta medesima. Questo si può intendere in due maniere, o perchè veramente operando da se ognuna delle forze, spinga il mobile per detta linea; o perchè operando le forze separate per linee diverse, quando poi si congiungono, uniscano la propria forza in una terza linea retta, nella quale si trovi eguale ubbidienza all' una, ed all' altra delle direzioni delle potenze motrici; ciò però non ostante si chiamano semplici direzioni, perchè quantunque le forze siano diverse, e diversamente operanti, nulladimeno ponno equivalere ad una terza forza eguale di energia a quella che si esercita nel mobile.

Direzioni composte si chiamano poi quelle che sono prodotte da diverse potenze operanti per diverse direzioni semplici, ma non con moti equabili; e perciò queste vanno a terminare i loro effetti in linee curve, come sono le circolari, le elittiche, le paraboliche ec. Ma perchè il moto prodotto dalle semplici potenze è di sua natura uniforme, ed equabile; e per conseguenza non impedito, continuerebbe si eternamente, e colla direzione di prima; perciò *non si può intendere che una direzione si muti, se non incontri qualche impedimento, o non s' aggiunga di tempo in tempo nuova forza al mobile.*

Supposto per esempio, che il mobile A (*fig.* 23.) sia trasportato di moto equabile per la linea AB, continuerà egli a muoversi per essa indefinitamente; ma se arrivato in B, troverà il resistente CD, che lo impedisca di portarsi più avanti per detta linea, ma non gli levi alcuna parte della forza intrinseca, che l'obbliga a muoversi; cambierà esso direzione in BE, ma non muterà velocità, e saranno gli angoli CBA, EBD eguali. Questo adunque è il primo caso, nel quale si muta la direzione di un mobile.

Ne' moti composti poi, se ambedue i moti componenti sieno equabili come AB, FB (*fig.* 24.) benchè diversamente veloci; e se l'uno e l'altro di essi spinga il mobile B, non prenderà esso la direzione BE, nè la BD, ma un'altra terza BC, che sarà il diametro di un paralellogramo, i cui lati BD, BE sieno le linee continuate de' moti componenti, ed abbiano la proporzione delle velocità FB, AB. Che se i moti non fossero equabili ambedue, ma o uno uniforme, e l'altro ritardato, o accelerato; o pure l'uno accelerato, l'altro ritardato, o tutti e due accelerati, o ritardati, ma difformemente non potrà il mobile scorrere per una linea retta, ma dovrà descrivere col suo centro dell'impeto una curva, nella quale, perchè ad ogni momento si muta direzione; perciò si dee questa intendere in ogni punto di essa curva di tal maniera, come se il mobile fosse nella linea tangente, che passa per lo punto medesimo; qual tangente sarà la linea di direzione del mobile. E quindi nascono molti casi, ne' quali i mobili sono sforzati a mutare direzioni, o in una maniera, o in un'altra, secondo la proporzione che hanno fra loro le potenze moventi ec.

Quello che più importa si è di esaminare da qual principio sieno derivate le prime direzioni del mobile. Io considero dunque, che *qualunque forza agente non solo imprime nel mobile quella quantità di moto, o d'impeto che lo porta da un luogo all'altro, ma in oltre lo determina a muoversi per una linea determinata*. Questa forza agente, o è la prima causa del moto, e rispetto a questa non si può assegnare altra cagione della direzione del mobile, che il di lei libero arbitrio; essendo stato in piena libertà del sommo Creatore il far muovere le materie da esso create per quelle linee che più gli sono piaciute: ovvero per forza agente s'intende una causa seconda, o occasionale della comunicazione de' moti, e da essa succedono le direzioni, secondo certe leggi particolari. Poichè egli è certo, che non mai si moverà un corpo, se ad esso non sarà comunicata una certa potenza da un altro corpo, o attualmente mosso, o in conato al moto. Se il corpo movente sarà attualmente mosso, sarà altresì necessariamente con qualche direzione; e perciò la regola è, che se *la linea retta tirata dal punto della percossa, o della comunicazione de' moti,*

al centro dell' impeto, o di gravità del mobile, sarà in dirittura della direzione del movente, seguiterà il mobile la medesima direzione del movente; ma se queste due linee faranno angolo fra loro, la direzione del mobile seguiterà quella linea, che connette il punto della percossa, col centro di gravità del mobile, e lascierà la direzione del movente.

Similmente ne' conati (poichè anche questi hanno sempre qualche determinazione) s' ella sarà una sola, è necessario che il mobile obbedisca alla medesima, nella maniera che si è detto di sopra; e perciò secondo l' applicazione di esso alla forza energetica, talora prenderà la medesima direzione del conato, e talora un' altra che sia obbliqua alla predetta: e generalmente *s' appiglierà a quella che è insegnata dalla linea tirata dal punto dell' applicazione, al centro di gravità del mobile*. E finalmente, *se le direzioni del conato saranno diverse in una medesima parte*, come se saranno fatte in essa da altrettante direzioni determinate (che ponno equivalere in un certo modo ad un conato, o indeterminato nelle direzioni, o più tosto determinato ad ogn' una di esse, come succede ne' corpi fluidi a causa della propria pressione, e de' corpi elastici per ragione della loro forza espansiva) *allora la determinazione delle direzioni del mobile, si dee tutta al difetto delle resistenze*; e ciò (per non uscire dalla materia della quale trattiamo) manifestamente apparisce *ne' vasi pieni d' acqua*, ne' quali da per tutto ove s' aprono fori, *sboccano le acque con la direzione de' fori* medesimi, che sono quelli che danno la forma dell' applicazione del mobile al conato del movente.

Passando dalla direzione alla velocità del mobile, è d' avvertirsi esser questa un effetto cagionato dalla forza comunicata, e impressa dal movente, ed attemperata dalla copia della materia del mobile; poichè la medesima forza movente farà muovere più velocemente un piccolo corpo che un grande, mancando nell' intensione, quanto si perde nell' estensione. Può dunque essere, che la velocità del mobile, o per difetto di forza, o per troppa abbondanza di materia sia così piccola, che in ogni tempo sensibile venga comunicata tutta la forza alle resistenze; e che perciò, perdendola in mobile, esigga il fomento di nuova potenza per continuare a muoversi, come si vede nelle carrozze, le quali d' ordinario, se non sono tirate da' cavalli, si fermano; e questa maniera di muoversi, si chiama *moto per impulso*. Ma essendo la velocità del mobile assai grande, e tale che non possa tutta ad un tratto essere assorbita, per così dire dalle resistenze, si continuerà bensì il moto, ma non con la primiera velocità; la quale perciò sempre scemandosi, permetterà finalmente che il mobile, perduta che abbia affatto la forza, si riduca alla quiete, come succede nelle palle d' artiglieria, le quali anche lontane dalla forza del fuoco

impellente, continuano a portarsi avanti con grande velocità: e questa continuazione di moto, senza l'aiuto di nuova forza, si chiama *fatta da un impeto impresso*, o pure *moto di proiezione*. Ciò supposto è manifesto, che i corpi che si muovono per impulso, mantengono quanto a loro, la direzione dell' impellente, quale sempre è necessario, per così dire, che stia loro alle spalle, per ispingerli avanti. Ma i corpi mossi per impeto, seguitano almeno sul principio quella direzione, che loro vien data dal movente, per altro poi nel progresso sono pronti a mutarla, se o altre forze con altre direzioni, o le resistenze incontrate li obbligano a prenderne d' altra sorte.

Io mi sono esteso su questo particolare delle velocità, direzioni ec. de' mobili, più di quello era necessario per la dimostrazione della proposizione di sopra enunciata: ma ciò non sarà stato affatto fuori di proposito, posciachè la materia di questo capitolo addimanda di quando in quando molte delle notizie, che in questa occasione abbiamo apportate.

Sia dunque il piano inclinato ABDC (*fig.* 25.), sopra il quale scorra un grave E, portato dal proprio impeto per la direzione EF: e supponiamo che la lunghezza della strada EF, sia quella che basta a trovare tante resistenze, che possano distruggere l' impeto di esso: dico che il grave E, supposta la direzione obbliqua EF, descriverà una linea curva, v. g. EG, uguale alla retta EF, ed arrivato in G, vi scenderà rettamente per la GH, perpendicolare alla CD, che si suppone la comune sezione del piano inclinato AD, con un piano orizzontale.

Posciachè essendo E spinto per la linea EF dal proprio impeto (il quale, abbenchè di sua natura sia atto a fare un moto equabile; nulladimeno a cagione delle resistenze del piano, converrà sia ritardato) ed essendo, che nell' istesso tempo che il mobile tende verso F, la propria gravità lo porta con moto accelerato verso la linea CD, per quello si è dimostrato nella proposizione antecedente; perciò combinandosi un moto ritardato, ed uno accelerato nel medesimo mobile E, converrà ch' esso descriva una linea curva, per la quale vada sempre accostandosi al punto F, e nello stesso tempo ancora alla linea CD; e questa sarà v. g. la curva EG, la cui natura dipende dal modo, o proporzione del ritardamento, secondo la direzione EF, e dell' acceleramento secondo la direzione GH. E perchè si è supposto, che la lunghezza del viaggio EF, sia quella che basti per fare incontrare al mobile tante resistenze, che sieno sufficienti ad assorbire tutto l' impeto di esso; allora parimente sarà cessato l' impeto nel mobile G, quando egli avrà fatto per EG tanta strada, che gli abbia somministrate tante resistenze, quante ne avrebbe avute per EF; cioè quando EG sarà eguale ad EF; adunque arrivato il mobile in G, sarà distrutto

in esso ogni impeto precedente; e per conseguenza ogni direzione verso F: restando perciò il grave privo d' ogni altra direzione, fuor di quella della propria gravità, discenderà per la linea GH. Il che ec.

COROLLARIO I.

Quanto maggiore sarà l' impeto del mobile E, *e quanto minori saranno le resistenze del piano, e parimente quanto minore sarà la di lui inclinazione all' orizzonte, tanto più lunga sarà la linea curva* EG, *ma minore sarà la curvità di essa, ed al contrario*. Il Galileo prescindendo da ogni sorte di resistenze, ha dimostrato che tale curva sarà una linea parabolica: ma in caso di resistenze considerabili, grande ancora sarà la differenza da essa.

COROLLARIO II.

(1) *L' acqua anch' essa* (che non meno d' un grave solido, si può muovere per impeto impresso, ed accelera i suoi moti, discendendo verso il centro de' gravi) *se entrerà a scorrere sopra d' un piano con qualche direzione, ed impeto*, come se dopo aver corso fra le montagne, sboccasse dalle foci di queste in una pianura, nella quale non trovasse alveo alcuno, *farà l' effetto medesimo, descrivendo una linea curva col suo moto*. Ben è vero, che per le ragioni dette di sopra al *corollario IV. della proposizione antecedente*, si farà qualche spargimento d' acqua laterale, tanto dalla parte superiore, che dall' inferiore; e questa volterassi per linee obbliqne di maggiore curvità, che finalmente termineranno in linee rette perpendicolari alla retta CD; ma l' acqua sparsa dalla parte superiore della linea EG, converrà che ricadendo verso di essa, seguiti il di lei corso; e al più faccia col suo peso in maniera, che la curvità EG si renda maggiore.

COROLLARIO III.

E quando la velocità della quale è dotata l'acqua corrente per la

(1) Intendesi in questo luogo, che il piano sia inclinato, e che l' acqua vi entri con direzione obbliqua, cioè per linea non perpendicolare alla comune sezione di quel piano coll' orizzonte, affinchè si possa applicare all' acqua ciò che l' autore ha considerato ne' corpi solidi in questa seconda proposizione, in ordine alla quale ci sarebbe occorso di notare qualche altra cosa per trattare più accuratamente una tale materia, ma ciò ne avrebbe condotti troppo in lungo, ne per altro sarebbe stato di gran rilievo in ordine alla considerazione de' fiumi, che è il nostro principale assunto.

linea EG, *sia bastante ad escavare il piano* AD; *tale escavazione si farà per detta curva* EG; e parimente *quando l'acqua sia torbida, e la di lei forza non sia bastante per fare escavazioni, si formerà essa l'alveo d'alluvioni per la linea predetta, ed a misura che si anderanno alzando le ripe, s'impediranno dall'altezza di queste l'espansioni laterali dell'acqua*. (1) Ben è vero che in questo caso le ripe non si alzeranno egualmente; ma più si eleverà in egual tempo quella che risguarda la parte più alta del piano, e meno la contrapposta; la quale giunta che sia ad una determinata altezza, può succedere che non s'alzi di vantaggio, per essere la di lei declività acquistata verso la parte CD, giunta a tal segno, che non permetta deposizione alcuna di torbida.

COROLLARIO IV.

Siccome portandosi *l'acqua* da E verso G, va perdendo l'impeto, e conseguentemente la velocità; così *è necessario che procedendo da* E *verso* G, *si vada sempre allargando, e minori succedano l'escavazioni*; ma per lo contrario, impedendo le sponde dell'alveo formato, l'espansione dell'acqua rendesi essa più vigorosa, sì per non avere più tante resistenze da superare come prima; sì perchè l'altezza del corpo di essa può sottentrare a dar fomento all'impeto perduto; e perciò a misura, che maggiore succederà l'incassamento del fiume dalla parte di E, ne seguirà sempre maggiormente la formazione dell'alveo nelle parti più lontane verso G.

COROLLARIO V.

E perchè la forza dell'altezza dell'acqua, ch'è un conato esercitato per tutte le direzioni, viene ad essere determinata dal difetto delle resistenze, ad una direzione paralella all'andamento delle sponde; quindi è, che *l'escavazione dell'alveo non solo contribuirà a formare più presto il letto al fiume verso* G, *ma sarà cagione, che sboccando da* G *l'acqua con una certa direzione, e con un impeto determinato*, non possa essa scorrere per la linea GH; ma la curvità si prolunghi più avanti, v. g. sino in L, accostandosi però sempre più al

(1) Anche quando l'alveo si formasse dalla forza dell'acqua per escavazione è manifesto, che la ripa che risponde alla parte più alta del piano dee rimanere più alta, e il fondo oltre la sua pendenza per lo lungo del corso del fiume dee pendere per traverso dalla parte più elevata del piano verso la più bassa, rimanendo concava lungo la ripa meno elevata, come facilmente si può intendere, considerando che da questa parte si terrà il maggior corpo d'acqua, e vi escaverà con maggior forza.

paralellismo di GH (1) dopo di che finalmente si ridurrà a formarsi l' alveo paralello a GH; e ciò s' intende sempre supposta l' uniformità della resistenza nella materia del piano AD.

COROLLARIO VI.

E perciò è manifesto, che nell' *uno, e nell' altro caso delle due proposizioni dimostrate, l' acqua quanto in se, ha propensione di scorrere per alvei retti, ed il più che sia possibile declivi.*

PROPOSIZIONE III.

Se sarà una sezione di un fiume retto, per lo quale, cioè siano le direzioni di tutte le parti dell' acqua corrente perpendicolari al piano della sezione medesima; se il fiume sarà stabilito di fondo, e di sponde, non potranno queste essere corrose dall' acqua, quando sia eguale da per tutto la resistenza della materia che compone detta sezione.

Questa proposizione è manifesta; poichè essendo per lo supposto le direzioni dell' acque perpendicolari al piano della sezione, e per conseguenza paralelle alle sponde, non potrà mai l' acqua andare a battere le sponde, nè rettamente, nè obbliquamente; e perciò a causa dell' impeto non le altererà: ed essendo il fondo stabilito, non potrà esso nè deprimersi, nè elevarsi, e per conseguenza non potrà ristringersi la sezione, nè le sponde potranno allontanarsi l' una dall' altra; e perciò per tal cagione non potranno restar corrose: similmente supponendosi la resistenza delle ripe equilibrata con la forza delle piene massime, avranno esse potere di conservarsi contro la medesima, e contro ogn' altra minore. E finalmente essendo la resistenza dell' alveo eguale per tutto, non vi è ragione alcuna, per la quale l' acqua debba corrodere più una sponda, che l' altra; non potranno esse dunque essere corrose dall' acqua. Il che ec.

COROLLARIO

Di qui nasce, che *i fiumi i quali hanno gli alvei in linee rette,*

---

(1) Può darsi che la curvità dell' alveo si prolunghi tant' oltre, che prima di ridursi alla direzione GH, o s' incontri in un recipiente, in cui il fiume abbia il suo termine, o finisca il piano inclinato AD, per cui si supponeva scorrere, e un altro ne succeda in altra positura, il quale di nuovo obblighi il fiume a distornarsi per altre strade, senza poter mai giugnere a prender la detta direzione; e quindi è, che le linee degli alvei de' fiumi non sempre si veggono tirate per quel medesimo verso, secondo cui è diretta la linea della maggior declività delle pianure per le quali camminano.

non ponno farsi tortuosi, che per cagioni accidentali, delle quali parleremo più abbasso.

PROPOSIZIONE IV.

Se la sezione di un fiume retto sia stabilita tanto in larghezza, quanto in profondità, e la figura di essa sia quella di un paralellogramo rettangolo, sicchè le sponde della medesima siano perpendicolari all' orizzonte, non sarà mai essa alterata dal corso dell' acqua, quando questa sia chiara; ma se la medesima sarà torbida, o porterà sasso, sarà altresì necessario, che le sponde si corrodano, e che nella sezione si faccia il fondo inclinato dalle sponde verso il mezzo di essa.

Suppongasi per escavazione manufatta formato un alveo retto, il cui fondo sia un piano così declive, che non possa essere alterato, nè scavato dalla forza dell' acqua corrente per esso; e siano le di lui sponde perpendicolari all' orizzonte, e di tal materia, che possano regersi in detta situazione, non ostante la forza dell' acqua corrente per detto alveo, ma niente più; e sia detta sezione il rettangolo BDFC (*fig.* 26.): dico in primo luogo, che se per essa correrà acqua chiara, non si altererà di sorte alcuna. Suppongasi che BC sia la superficie dell' acqua, il cui mezzo sia A, e similmente sia il fondo della sezione DF orizzontale, ed il di lei mezzo E (che supponiamo stabilito nel senso del precedente capitolo) e diasi che la materia della quale è fatto l'alveo, sia uniforme, ed uniformemente resistente. Introdotto dunque a correre un corpo d'acqua in questa sezione coll' altezza EA, non l' altererà di sorte alcuna; perchè non potendo profondarsi a cagione di supporsi stabilito il fondo DF; nè elevarsi per mancanza di materia, essendo l' acqua chiara; ne siegue, che in tale stato durerà sempre. Similmente, perchè le sponde BD, CF si suppongono di tal materia, da potersi sostenere sul taglio perpendicolare in proporzione della forza che le rade, ed essendo la larghezza DF stabilita; non potranno mutare situazione, nè essere corrose; adunque la sezione BDFC non potrà essere alterata di sorte alcuna.

Dico in secondo luogo che se l' acqua corrente sarà torbida, sarà necessario che il fondo della sezione s' abbassi nel mezzo, s' elevi nelle parti laterali, e nelle parti superiori s' allarghi. Posiachè, supponendosi che la forza dell' acqua sia tale, da mantenere il fondo E colla forza del filone; scostandosi questo da E verso F, perderà di forza per l' avvicinamento alla ripa CF; e conseguentemente non potrà mantenersi il fondo scavato alla profondità di E; e perchè in E la forza dell' acqua è precisamente tanta, quanto basta per impedire le deposizioni della materia terrea, non potrà essere sufficiente a farlo, per esempio in H, e molto meno in F; adunque fra E, ed F si-

deporrà della materia, e tanto più se ne deporrà, quanto più impedita sarà la velocità dell'acqua; cioè quanto più il sito sarà vicino alla sponda CF; ma ciò facendosi, è evidente che la sezione BDFC si renderà minore, e per conseguenza converrà che la superficie dell'acqua si elevi; e ciò seguendo, o accrescerassi la velocità dell'acqua in E, o almeno il peso, il quale colla forza della velocità potrà corrodere il fondo, v. g. da E sino in K; adunque la sezione si profonderà; posto adunque il maggior fondo in K, col medesimo discorso si proverà, che le deposizioni dovranno elevare il fondo verso la ripa come KH. E perchè l'alzamento della superficie dell'acqua accresce velocità proporzionalmente in tutte le parti di essa, non potrà la ripa CF (la cui resistenza si suppone equilibrata con una forza minore) resistere ad una maggiore; e per conseguenza diruperà, ed allargherà la sezione, v. g. da C in G, formando la sponda GH di tal declività, che basti a resistere al corso accresciuto dell'acqua. Il che ec.

COROLLARIO I.

Di qui è manifesto, che essendo uniformi le condizioni della sezione dall'una parte, e dall'altra, sarà la figura del fondo, e della ripa di essa dalla parte opposta BD, eguale in tutto, e per tutto alla KHG.

COROLLARIO II.

E perciò le sezioni naturali de' fiumi retti avranno il fondo più grande nel mezzo, che da' lati; disposto perciò, o in due linee, che formino angolo insieme nel mezzo della sezione, o pure in una linea curva, il cui vertice sia nel mezzo dell'alveo. Ma le sponde saranno disposte per lo più in una linea retta che faccia angolo coll'andamento del fondo della sezione.

COROLLARIO III.

Lo stesso succederà in un fiume che porti acqua chiara, purchè esso siasi escavato l'alveo colla forza del proprio corso; essendo che tanta a un dipresso, o poco maggiore è la forza che si richiede per fare delle escavazioni, quanto quella che è necessaria per impedire le deposizioni.

COROLLARIO IV.

Dalla predetta dimostrazione resta pure evidente, che ne' fiumi retti, siccome il maggior fondo, così la maggior velocità è nel mezzo dell'alveo; e per conseguenza ivi è il maggior corso, o il filone dell'acqua.

COROLLARIO V.

Supponendosi che in tutte le sezioni di un fiume diritto, sia uniforme la resistenza della materia, della quale è composto l'alveo; e parimente, che per tutto sia uniforme il modo dell'introduzione dell'acqua corrente nell'altre sezioni; non potrà il fiume, se non per cause accidentali, lasciare la primiera dirittura.

PROPOSIZIONE V.

Se l'alveo di un fiume retto sarà composto di materia, la quale disegualmente resista al corso dell'acqua; ivi maggiormente si escaverà il fondo, dove sarà materia meno resistente, e si eleverà, dove la materia sarà più tenace.

Sia la sezione del fiume retto ACDEB (*fig.* 27.) che supponiamo in prima, sia di un fiume che abbia l'alveo composto di materia poco uniforme, e perciò supponiamo che la parte CD sia di materia poco resistente, e la DE di materia molto resistente: dico che la parte del fondo CD si profonderà, e la DE si eleverà.

Posciachè o sia l'alveo fatto per escavazione, o per deposizione, supponendo che eguale sia la forza dell'acqua tanto in CD, che in DE; e che in CD sia minore la resistenza del fondo, se la forza agente sopra DE è quella che precisamente impedisce le deposizioni, e la resistenza di DE quella che impedisce le escavazioni; non potrà il fondo DC resistere al profondamento, addimandando minore declività per ostare alla separazione delle parti del terreno; supponiamo adunque che l'escavazione siasi fatta sino in FD, essendo adunque in FD accresciuta l'altezza dell'acqua v. g. GF, ivi correrà con maggior velocità di prima, e renderassi più potente a maggiormente scavare; ma quando cresce la velocità dell'acqua in GF, tanto scema in HI, anche per essersi accresciuta la sezione, di quanto importa la figura CFD; adunque se la velocità primiera in I era precisamente quanto bastava per impedire le deposizioni; scemata che sia, non sarà più sufficiente ad impedirle, e per conseguenza facendosene ivi, s'alzerà il fondo DE v. g. in DK, sino a formare la pendenza che s'uguagli con la velocità HM; adunque il fondo CD si abbasserà, ed il fondo DE si eleverà, se la resistenza di essi sarà diseguale. Il che ec.

COROLLARIO I.

Perchè adunque *la velocità dell'acqua è maggiore verso la ripa* AC *di quello sia verso la ripa* EB; *converrà che la resistenza della ripa* AC *ceda alla forza dell'acqua, e restando corrosa s'allontani*

da essa; ed al contrario *la ripa* BE *restando più lontana dal maggior corso del fiume;* e per conseguenza ritardata la velocità dell'acqua, *vicino ad essa si faranno delle deposizioni, e la ripa* BE *s'accosterà più verso il mezzo del fiume, perdendo l'alveo in questa parte la primiera rettitudine.*

COROLLARIO II.

Anzi, *se la poca resistenza del fondo* DC *sia tale, che permetta l'escavazione al pari, o più bassa del* fondo D, *mezzo dell'alveo, lascierà il filone il sito* D, *e porterassi verso* F: *il che tanto maggiormente contribuirà alla corrosione della ripa* AC, *alla formazione della spiaggia* DK, *ed all'avanzamento della ripa* BK *verso* D, *mezzo dell'alveo.*

PROPOSIZIONE VI.

Se un mobile sarà posto senz'alcuna direzione sopra d'una superficie inclinata, nella quale siano delle concavità continuate sino al fine di essa, le quali sempre s'avvicinino al centro de' gravi, o pure alla linea, che è la comune sezione del piano orizzontale coll'inclinato; discenderà il mobile per esse concavità purchè l'inclinazione sia tanta, che basti a farli superare le resistenze che sia per incontrare.

Sia il piano FG (*fig.* 28.) inclinato, il cui lato GH sia la comune sezione di esso col piano orizzontale; e sia una concavità, o canale ABCDE più basso della superficie del piano FG, e sia tale seguitamente, ed in modo che da A in E sempre più s'avvicini alla linea HG: dico che un grave posto in A senza veruna direzione, discenderà per ABCDE, purchè l'inclinazione della linea ABCDE sia sufficiente, acciò il grave possa discendere per essa. Posciachè, essendo per lo supposto l'inclinazione di ABCDE tale, che il grave in essa non possa sostenersi, ma non ostanti le resistenze debba discendere; certo è, che il mobile A discenderà da A in B per AB, essendo la linea AB (che si può prendere sensibilmente per una retta) inclinata all'orizzontale HG; per l'istessa ragione essendo BC inclinata all'orizzontale potrà il mobile A, giunto che sia in B, discendere per BC ec. e così del restante; adunque il mobile A discenderà per ABCDE. Il che ec.

In questo caso la celerità acquistata dal mobile per le discese AB; BC ec. e la disposizione delle sponde che formano la concavità del sito ABC ec. ponno fare diversi effetti; perchè può essere tanta la velocità acquistata nella discesa da A in B, che possa fare ribalzare il mobile più alto di quello sia la sponda in B, la situazione della quale può, o permettere, o impedire il risalto di A sopra B, secondo che la linea di essa sponda fa l'angolo, o retto, o ottuso colla

direzione AB; posciachè, se l'angolo sarà retto, la sponda impedirà il ribalzo; ma se sarà ottuso, il mobile per la velocità acquistata riascenderà per la sponda opposta in B; ed avendo egli tanto impeto da potere sormontare la sommità di essa, non continuerà per BC, ma prenderà altra strada. Ma supponendosi nella proposizione, che l'inclinazione di ABCDE sia tale che basti per fare superare al mobile le resistenze; e non tale da accelerare il mobile considerabilmente, perciò o mancando la forza dell'impeto in B, o mutata la di lui direzione dall'ostacolo in B, sarà il mobile in B, o senza alcuna direzione; e perciò prenderà quella che gl'insegnerà il difetto delle resistenze, cioè verso BC; o se pure si troverà con qualche direzione, sarà questa rivoltata dalla resistenza della sponda in B, lungo l'andamento della concavità BC; e perciò descriverà il mobile la linea ABC ec.

COROLLARIO I.

Lo stesso, e più esattamente si dee intendere dell'acqua, la quale mercè della sua fluidità, è più facile a muoversi, ed a rivoltarsi in qualsisia direzione; ed a cagione della sua gravità, è prontissima a scegliere quelle strade, per le quali può scorrere più brevemente verso il centro de' gravi; e perciò *essendo in* A *dell'acqua senza altra direzione, che quella che le suggerisce lo sforzo della gravità, necessariamente dovrà discendere anch'essa per la concavità seguita* ABCDE (*fig.* 29.). Vero è, che *essendosi in* B *accelerata di moto* (il che le è più facile che se fosse un corpo solido) *se troverà discesa che sia per* AB, *la sponda opposta inclinata alla verticale* DB, *secondo la misura dell'angolo* DBM, *potrà scorrere qualche poco all'insù sopra di* BM, *ma se l'acceleramento non sarà tale da fare ribalzare l'acqua sino alla sommità della sponda* M, *sarà necessario, ch'ella torni a discendere, per esempio per* MBC, *e perciò ritornata in* B, *seguiti il corso della concavità* BC *ec.*

COROLLARIO II.

Se tale sarà la velocità per AB, *che*, paragonata all'inclinazione di AB (*fig.* 28.) ed alla resistenza della materia, *possa escavare; formerassi l'alveo al corso dell'acqua per la tortuosità predetta, e la concavità si farà maggiore*. Vero è, che *se le sponde saranno composte di materia che possa essere corrosa, non si stabilirà l'alveo, precisamente secondo il tipo della concavità* ABCDE, *ma solo a un dipresso;* potendosi per la troppa strettezza delle tortuosità, formare delle corrosioni ne' concavi, e delle alluvioni ne' convessi di esse, come si dirà a suo luogo.

COROLLARIO III.

E questa è la ragione per la quale *le rotte de' fiumi*, sul principio, *ed in tempo che le acque hanno dell' impeto, seguitano per qualche spazio la direzione di esso; ma estinto ch' egli sia, cominciano a correre ne' luoghi più bassi, e trovando qualche concavità seguita, prendono il corso per essa*, facendo alluvioni ne' luoghi, ne' quali l'acqua torbida perde il moto; ed escavando in quelli ne' quali conserva, o acquista tanta velocità, che basti a portar via la terra.

COROLLARIO IV.

E siccome lasciando correre una rotta di fiume, comincia essa subito (parte coll'escavazioni, parte colle alluvioni, secondo la disposizione diversa del piano, per lo quale scorre) ad operare per formarsi l'alveo: così *se un fiume, uscendo dalle montagne entrerà in una pianura, per la quale sia obbligato a prender corso*, per portarsi al mare, ed in essa *vicino allo sbocco, si trovi qualche cavità continuata, che possa*, almeno in parte, *servirli d' alveo; seguiterà esso per quella il suo corso: ma se la medesima concavità non sarà continuata, dopo riempitala di acqua, trasfonderà quella che sopraverrà per la campagna*, allagando all' intorno sino a trovare un' altra; e così seguitamente, *sintantochè ne trovi una che abbia esito*, o non trovandone di sorte alcuna, o non a misura del bisogno coprirassi d'acqua tutta la pianura, al termine della quale, o troverassi qualche insigne declività (e per essa scorrendo l'acqua, formerassi l'alveo, per escavazione, nella maniera detta nella prima proposizione) o pure incamminandosi l'acque verso quella parte dove troveranno lo sfogo, abbandoneranno negli altri luoghi la campagna allagata; e (proporzionato che sia l'alveo, in qualche maniera, all'acqua corrente) resterà quella affatto asciutta. In questo caso la rettitudine, o tortuosità dell'alveo si dee a' supposti della prima, seconda, e sesta proposizione, cioè alla diversa caduta della campagna verso la parte dello sfogo, all' impeto precedentemente concepito con qualche determinata direzione, ed alle concavità continuate della campagna: condizioni, che ponno avervi parte, ora unite, ora separate, dimanierachè non se ne può dare regola veruna. Che se al termine della campagna si trovasse l'acqua del mare, o d'un lago, sarebbe necessario che ivi si formasse una palude, o laguna; e finalmente, se la campagna fosse tutta chiusa all'intorno, dimanierachè l'acqua per uscirne dovesse elevarsi considerabilmente di superficie, dovrebbe in tal caso formarsi un lago, il quale avesse l'emissario in un sito il più basso di tutti quelli che circondano detta pianura; e quindi uscirebbe l'acqua del

fiume, se pure per meati sotterranei, non trovasse luogo all'uscita, prima di elevarsi all'altezza necessaria; o pure, se non cessasse l'influsso di quella copia d'acqua, che si richiede a riempire tutta la concavità.

PROPOSIZIONE VII.

Se un fiume, o retto, o tortuoso che corre con insigne velocità, incontrerà un resistente, perderà l'acqua qualche grado della velocità primiera; ed elevandosi, si formerà un conato, atto a spingere il corso del fiume dalla parte opposta del resistente.

Nell' antedetta proposizione abbiamo supposto che l'acqua corrente non abbia alcuna direzione, nè impeto veruno, differente da quello che è proprio della gravità; ma in questa noi supponiamo che l'acqua corrente abbia acquistato qualche impeto, e direzione che possa spingerla per qualche linea diversa da quella che prenderebbe l'acqua senza di essa; ed in ciò si comprendono due casi, che giornalmente s'osservano ne' fiumi: poichè alcuni di questi sono così languidi di moto, che senza dare quasi niun tormento alle ripe, seguitano quella strada, che loro è mostrata dall'escavazione dell'alveo, come sono le acque che corrono con poca caduta, e poca altezza di corpo, che è il caso della proposizione antecedente; ed altri corrono con tant'impeto, che incontrando un resistente, fanno molto sforzo per superarlo, ed abbatterlo, come sono i fiumi che hanno, o gran caduta, o grande altezza viva di acqua: e questo è il caso della proposizione presente.

Sia dunque l'alveo ABCD (*fig.* 30.) quello di un fiume di tal natura, che corra da A verso B, con impeto, e direzione paralella alle sponde AB, CD, (1) ed arrivato in B, incontri il resistente BE: dico che l'acqua in BE si eleverà, e spingerà il corso del fiume verso O, ovvero M, ec.

Poichè essendo il resistente BE capace di ricevere in se, e comunicare a' corpi vicini qualche parte dell'impeto dell'acqua corrente da A in B; egli è certo che incontrandosi il fiume colle direzioni AB, GH, IE nel resistente BE, quanto d'impeto comunicherà a questo, tanto ne perderà esso; rallentata peciò la velocità dell'acqua,

(1) Benchè l'autore non abbia specificato cosa alcuna in ordine alla positura del resistente di cui parla, nulladimeno dal contesto della sua dimostrazione, e dalla figura a cui questa si riferisce, abbastanza si scorge intendersi da lui per resistente un riparo manuffatto attaccato ad una delle ripe del fiume, il quale faccia con essa, e colla direzione del fiume un angolo ottuso, o almeno non acuto dalla parte superiore, e che tale sia il suo intendimento si conferma da ciò che espressamente dice nel §. *Intorno* dopo il coroll. 5.° di questa 7.ª proposizione.

converrà che passi con minore velocità, e sopravvenendone dell'altra che si elevi. Suppongasi adunque, che l'altezza del risistente BE, sia BF, e che l'altezza dell'acqua non impedita fosse per essere BP, e dell'impedita BF: e perchè l'altezza FB produce in B maggiore velocità, accrescendosi FB, si riparerà la velocità perduta in B; ma essendo la velocità nata dall'altezza dell'acqua, figlia di un conato, che può produrre le direzioni verso tutte le parti, e le produce verso quella, nella quale sono minori le resistenze; perciò l'altezza BF, rivolterà il fiume verso quella parte, alla quale mancheranno le resistenze, cioè lo scosterà dal resistente BE v. g. verso O, M. Ma quì restano da considerarsi due cose: la prima si è, che si suppone per virtù del resistente BE levata una parte dell'impeto, ma non tutto; perciò l'acqua portata per la direzione AB, sarà ribattuta per la BO, la cui direzione sia tale, che faccia l'angolo di riflessione prossimamente eguale a quello dell'incidenza: e similmente l'acqua portata per GH sarà rivoltata in HM, ec. Il secondo punto al quale si dee riflettere è, che quando le direzioni AB, GH, IE ec. non s'impediscono l'una l'altra, veramente sono paralelle; ma quando la direzione v. g. AB è rivoltata in BO, allora BO viene impedita dalle altre direzioni GH, IE ec. Quindi è, che l'acqua B ribattuta per BO, arrivata che sia in R, troverà un altra forza, e direzione GR, dalla quale sarà spinta, e perciò dovrà abbandonare la linea RO, e volgersi per un'altra che sia diametro di un paralellogramo, i cui lati abbiano la proporzione delle forze, o degli impeti GR, BR, come si è spiegato alla proposizione seconda. Supponiamo dunque, che la proporzione delle forze BR, GR, sia quella di RS ad RH; adunque l'acqua ch'è nel punto R, si volterà per la linea RT; e di nuovo arrivata in T, perchè ivi si combinerà con la direzione ST, non potrà seguitare la RT, o la ST, ma dovrà portarsi per un'altra che stia di mezzo fra le medesime; e perciò considerando le combinazioni che si fanno d'una linea riflessa con tutte le direzioni paralelle GR, IE ec. non potrà farsi la riflessione da B in O; ma per la strada v. g. BRT ec., di nuovo si porterà verso il resistente BE. Se però si metteranno a conto tutte le riflessioni fatte da' punti tra B, ed E, colle loro direzioni, e potenze, e si combineranno con le paralelle tra AB, IE, e le loro potenze, si formerà dal corso dell'acqua una linea, la quale in B sarà più lontana della linea BE, ma in E più vicina: e la ragione si è, che le direzioni AB, GR, hanno minor impeto per essere assai vicine alla ripa; e la IE molto maggiore per essere più vicina al mezzo; ed al contrario le riflessioni in B, ed H, si fanno più vigorosamente per essere meno impedite dalle combinazioni delle direzioni paralelle, che verso E, e perciò maggiore sarà la riflessione in B, che in E; tal linea può essere o retta, o

curva, secondo la proporzione colla quale si accrescono le potenze, procedendo da B verso E; ma per lo più sarà curva, attesa la rigorosa uniformità che si richiede nelle proporzioni, e ne' moti, acciò tal linea sia retta. Saranno adunque dal resistente BE rivoltate tutte le direzioni paralelle, verso la sponda CD; e conseguentemente intersecando esse tutte le altre paralelle, che non incontrano il resistente BE, faranno loro cambiare direzione, e voltare contro la ripa D; la quale sarà corrosa 1.° per essere battuta dalle direzioni mutate, e rese più vigorose dall'alzamento dell'acqua lungo BE, il cui conato non potendo agire contro il resistente, nè contro il corso del fiume, darà maggior impeto all'acqua per la direzione BE, o per quella che risulterà al corso del fiume dalle cause sopra dette, 2.° perchè ristringendosi tutto il corso dell'acqua in DE, dovrà questa elevarsi; e per conseguenza resa più veloce si profonderà, e si allargherà l'alveo dalla parte di D, nella quale si suppone minore la resistenza.

COROLLARIO I.

E perchè secondo la combinazione delle forze che si trovano nelle direzioni paralelle, e nelle riflesse, il corso dell'acqua più, o meno si scosta dal resistente BE; perciò, se le seconde avranno alle prime una proporzione insensibile, si prenderà dall'acqua un corso paralello, o radente il resistente BE; e perciò *quando le acque corrono con poca velocità, accomodano il loro corso alle linee degl' impedimenti, e delle sponde.*

COROLLARIO II.

Ed al contrario, *quanto più la detta proposizione si accosterà alla proporzione di egualità, tanto più si allontanerà il corso dell'acqua dal resistente.*

COROLLARIO III.

Similmente perchè la corrosione della ripa opposta al resistente si fa in parte dalle direzioni mutate dell'acqua che vanno a batterla; perciò *quanto più l'angolo di esse con la ripa s'accosterà all'angolo retto, tanto più danno ella ne riceverà;* e perciò ha molto luogo per fare questo effetto, l'inclinazione dell'angolo che fa il resistente colle direzioni paralelle del fiume.

COROLLARIO IV.

Per la stessa ragione, essendo causa della corrosione della ripa CD

l'angustia della sezione, e il ristringimento dell'alveo in DE; ed essendo fatto tal ristringimento dal portarsi BE dentro il corso del fiume, perciò *quanto maggiormente si allungherà il resistente verso il filone dell'acqua; tanto più la ripa opposta sarà corrosa, e renderassi tortuoso l'alveo.*

COROLLARIO V.

Sebbene *quanto meno è veloce il corso dell'acqua* per le linee, e direzioni paralelle, tanto più s'accosta la di lui direzione mutata a quella del resistente, e perciò si dirige a battere con angolo maggiore la ripa opposta; ad ogni modo perchè tale direzione si fa senza molt' impeto, *non può rivoltare con molta efficacia, verso la sponda* CD, *le direzioni dell'acqua non impedite dal resistente, che non vale per questa cagione a fare molto effetto, il quale* in tal caso, quasi tutto si dee attendere dal ristringimento della sezione; e conseguentemente per la regola degli opposti, *quanto più veloce sarà il fiume, e quanto più il resistente ribatterà il corso dell'acqua*, cioè quanto meno d'impeto assumerà in se medesimo, *tanto maggiore succederà la corrosione della ripa opposta*. E perciò *ne' lavorieri che si fanno per rivoltare il corso de' fiumi, si dee considerare fra le altre cose la robustezza de' medesimi, la direzione che hanno paragonata al corso del fiume, la velocità di questo, e la lunghezza del riparo, per potere in qualche maniera presagire la qualità dell'effetto, ch'è per succedere.*

(1) Intorno alla direzione del resistente BE, sarebbe molto da discorrere, e richiederebbesi un intero trattato, tante possono essere

(1) Oltre le diversità che si ponno considerar ne' ripari, e ne' loro effetti a riguardo degli angoli che essi fanno colla corrente del fiume tanto nel piano orizzontale, o paralello al fondo, quanto ne' piani verticali paralelli alle ripe (delle quali sole diversità prende l'autore a trattare ne' seguenti corollarj) altre ponno nascere dalla diversa situazione, e pendenza del piano superiore, o dal ciglio di essi ripari rispetto al fondo del fiume, altre dalla figura rettilinea, o curva della base de' medesimi, altre da quella delle sezioni rette alla base di quella faccia che essi presentano all'acqua, altre dalla materia più o meno cedente, o resistente, di cui sono composti, altre dalla struttura, e legamento delle loro parti, altre da altre cagioni; e però con gran ragione ha egli detto, che tale argomento richiederebbe un intero trattato, e lo stesso ha dichiarato più sotto nel §. *Prima di levar mano*, protestando di non aver toccata, che leggermente tal materia, nella quale in fatti non poco ha lasciato da desiderare. Ciò che rende più difficile questa dottrina de' ripari è che ciascuna delle diversità addotte può avere le sue particolari ispezioni, non pure in ordine alla maggiore, o minor impressione, che possa far l'acqua nel riparo, ma anco in ordine alle alluvioni, o alle corrosioni che possono seguire o superiormente, o inferiormente al medesimo, quando il fiume sia torbido, dal che può dipendere che il lavoro non solo riesca

le di lei diversità. Parlando però generalmente, si possono considerare sei differenze, tre delle quali risguardano l'angolo, che il medesimo resistente fa orizzontalmente colla corrente del fiume; e le altre tre risguardano l'angolo fatto colla medesima corrente, ma verticalmente. Quanto agli angoli orizzontali, questi, o ponno essere retti, come quello che fa FD (*fig.* 31.) colle direzioni paralelle CD, GF, o acuto, come CDH, o ottuso, come CDI. Quanto a quest'ultimo, di già si è veduto ciò ch'egli sia per operare; onde resta da considerare brevemente quale sia per essere l'effetto degli altri due FD, DH; e quanto ad FD =

COROLLARIO VI.

Si deduce da quest'ultima proposizione, che le riflessioni si faranno all'opposto delle direzioni CD, GF, e che *essendo il fiume veloce, e stabile il resistente* DF (*fig.* 32.); *converrà che le riflessioni opposte alle direzioni, finalmente si equilibrino, e l'acqua si renda stagnante dentro l'angolo* CDF, quanto cioè, per esempio, prenderà il triangolo KDF; dico *il triangolo* KDF, perchè maggiori saranno le riflessioni vicino la ripa CD, che lontano da essa; e ciò per più ragioni:

in fatti più o meno atto a resistere di quello, che farebbe in riguardo alla sola considerazione delle direzioni, o sia degli angoli, ma produca maggiore, o minore beneficio deviando più, o meno il corso dell'acqua verso la sponda opposta.

Tuttavia per quello almeno che riguarda la proporzione delle forze, o impressioni che soffrono dall'acqua i ripari, secondo i diversi angoli orizzontali ne' quali essi sono inclinati alla corrente del fiume (considerando le dette impressioni come percosse istantanee, senza aver riguardo alle riflessioni delle linee dell'acqua, che debbono seguire nell'incontrare che fanno lo stesso riparo, il che turba grandemente le loro azioni per la resistenza che fanno, e che scambievolmente ricevono le linee dirette, e le riflesse) si può vedere quello che ne ha dimostrato il p. abate Grandi nella proposiz. 41, e nelle seguenti del libro 2 del movimento delle acque, e quel di più, che poi ha soggiunto nelle proposizioni 45, e 46 in ordine alla figura orizzontale, più o meno atta a resistere, potendosi dalla sua dottrina ricavare utilissimi avvertimenti, per giudicare degli effetti de' ripari, e per prescegliere in pratica più una, che un'altra forma. E specialmente giova sapere (ciò che egli mostra ne' luoghi accennati) che data la lunghezza del riparo rettilineo, e la velocità dell'acqua, le impressioni che questa fa sul riparo, sono come i quadrati de' sini delle inclinazioni di esso colla corrente; data l'inclinazione, e la velocità, sono come le lunghezze; e data la lunghezza, e l'inclinazione, sono come i quadrati delle velocità, dalle quali ragioni debitamente composte ne risultano le impressioni per tutti i casi possibili, avvertendo tuttavia che queste fanno altro effetto in ordine allo scalzare il riparo, secondo che l'angolo dalla parte superiore è ottuso, o acuto, ancorchè abbia il medesimo sino, come ivi distesamente si spiega. Lo stesso argomento ha preso ad illustrare sopra i medesimi fondamenti il sig. Tommaso Narducci dottissimo patrizio Lucchese nella parte 10 del suo libro sopra la forza delle acque correnti.

prima, perchè il resistente DF è più robusto ordinariamente vicino alla ripa, che lontano da essa, e perciò toglie meno d'impeto all'acqua, e la ribatte con più vigore. Secondo, perchè l'acqua CD è meno veloce, come impedita dallo sfregamento colla sponda, e perciò meno resiste alle riflessioni: onde è, che maggior proporzione può avere la forza ribattuta alla diretta verso D, che verso F. Terzo, perchè elevandosi l'acqua per la resistenza DF, e facendo un conato inclinato alle direzioni paralelle a GF, potranno le direzioni composte, prese vicino al resistente, incontrare nuovamente l'opposizione del medesimo, e prendere con ciò nuova occasione di ristagnare: cosa che non potrà succedere, facendosi più lontano dal resistente DF la composizione delle direzioni; perchè supposto, che tal direzione composta sia quella che con la sponda faccia l'angolo FKD, sarà KF la prima che non troverà opposizione, e perciò tutte l'altre tra K, e D, essendo impedite, renderanno l'acqua, se non affatto stagnante, almeno ritardata; *e perciò ne seguirà l'effetto della deposizione della torbida dentro il triangolo* KDF.

COROLLARIO VII.

Però *secondo la diversa forza del resistente* DF, *e secondo la diversa velocità della corrente, sarà l'angolo* FKD, *ora più acuto, ora più ottuso; e la linea* KF *ora retta, ora concava;* perchè egli è certo, che *se il resistente* FD, o cedendo, o in altra maniera, *permetterà il corso sino in* L; o se la forza della direzione CL sarà tanto grande, che commensurata alla resistenza che fa DF, possa giugnere sino in L, *sarà l'acqua resa stagnante solamente dentro il triangolo* LDF *minore del primo*, e conseguentemente *minore sarà la deposizione della torbida*. E finalmente, *se* DF *permettesse il corso sino a se medesimo*, senza fare veruna riflessione, *il conato s'eserciterebbe per la medesima direzione* DF, ma questo caso è assai difficile da succedere.

COROLLARIO VIII.

Quindi è chiaro, che *i ripari che secondano il corso del fiume, sono meno atti a cagionare delle alluvioni, avanti di se, di quello siano gli opposti ad angolo retto al corso del medesimo;* e perciò restano in un quasi continuo tormento che ricevono dalla corrente, che sempre coopera alla loro demolizione; vero è, che tali ripari, retti al corso del fiume richiedono tanto maggiore robustezza, quanto è maggiore la forza della percossa ricevuta ad angoli retti, che obbliqui; e perciò un vantaggio vien compensato con un disavantaggio; e

ricercasi il giudizio dell' architetto, a sapere scegliere secondo le occasioni, quello che sia per riuscire più profittevole.

COROLLARIO IX.

Di quì è manifesta la ragione del diverso modo che si pratica in diversi luoghi, per riparare alle corrosioni de' fiumi; vedendosi che altri adoprano resistenze robuste, per ostare alla corrente, altri si contentano di piccioli ripari, che facilmente cedono al corso; altri li dirigono in un modo, altri in un altro: potendo essere tutte le predette maniere utili, secondo la diversità de' casi; poichè chi usa di fare i ripari con frasche d'arbori flessibili, che ponno radicarsi nel fondo, ha ragione di praticar questo modo, o in fiumi di poco veloce corso, e torbidi, a' quali ogni picciolo resistente basta per far deporre la torbida; o in fiumi di corso molto veloce, che non tollerano grandi ostacoli, ne' quali la flessibilità del resistente serve, a non dar pena al fondamento del riparo; e a poco a poco può fare quello che non farebbe un ostacolo più rigido, contro il quale operando gagliardamente la corrente, facilmente lo svellerebbe: ed in questo caso quello che si leva alla brevità del tempo, s'aggiunge alla sicurezza dell' opera; ma si richiede maggiore, e più lunga l'attenzione al mantenimento, e protrazione del riparo. Chi ha buoni fondi, e buone sponde, per assodare i ripari, e chi sa fabbricarli di tale struttura, che una parte concorra alla robustezza dell' altra, può intraprendere di farli grandi, e molto resistenti; ma veda di non ingannarsi in proporzionarli alla corrente del fiume. Opera più sicuramente, ma con minore effetto, chi seconda co' ripari in qualche modo il corso dell' acqua, ma v' è bisogno di una continua vigilanza per conservarli: ed al contrario con più effetto, ma con minore sicurezza, chi li spinge ortogonali alla corrente; poichè quando questi si sono fortificati colle alluvioni da una parte, e dall' altra, non è soggetta al tormento dell' acqua altra parte di esso, che la più lontana alla ripa.

In questo caso si dee però avvertire, che essendo più veloce l'acqua per GF, che per CD, ed essendo trattenuta, e ristagnata; può darsi il caso, come molte volte si dà, che l'acqua più si elevi in F, che in D, e che perciò dividendo il suo corso, una parte si porti verso la punta del riparo F, ed un'altra verso D. Succedendo ciò, si farà un vortice dentro il triangolo FDK, che impedirà la deposizione della torbida, anzi potrà corrodere la ripa LD; ma sarà facile il rimediarvi, se il riparo DF non si spingerà tutto in una volta contro la corrente, ma a poco a poco; e le si lascieranno fare le alluvioni prima di prolungarlo più avanti, lasciando sempre tanto di esito al fiume nella parte BF, che non possa fare forza considerabile contro

il riparo, ne cagionare vortice di momento in KDF, ed avvertendo d'incastrare il riparo nella ripa tanto, che corrodendosi essa qualche poco, non possa il fiume trovare sfogo dalla parte di essa, e prendere in mezzo il lavoro.

COROLLARIO X.

Ma se *i ripari saranno opposti ad angolo acuto alla corrente*, come FD, egli è certo, che battendo l'acqua in FD (*fig.* 33.) per la direzione GF, sarà essa ribattuta in FK, e la HI, in IL, e che arrivando alla ripa, di nuovo sarà riflessa in KM, LN, le quali direzioni, e riflessioni combinate con altre, *faranno* passare le direzioni rette dell'acqua in *un vortice, che impedirà le deposizioni, e corroderà la ripa* CD. Il corso però del fiume non potrà farsi, che secondo la direzione EF, per la ragione detta di sopra, supposta la resistenza della ripa ED. Vero è che *tali vortici non potranno estendersi alla punta dell'angolo* D; *ma essendo le loro linee circolari, o spirali, solo si faranno in quel tratto del triangolo* EFD, *che sarà comune al circolo, o spirale predetta*, che necessariamente dovrà toccare il riparo FD, e la ripa ED in due punti, che saranno i luoghi ne' quali, e l'uno, e l'altra patiranno maggiori danni; quindi è, *che se questi luoghi saranno maggiormente fortificati, tanto che resistano, almeno sin che la ripa opposta sia corrosa; allora abbandonando l'acqua il corso verso l'ostacolo* FD, *si scemerà o si toglierà la forza del vortice, e succederà l'alluvione dentro il triangolo* EFD. In questo particolare, si dee ancora avvertire, che *se l'angolo* FDE *sarà molto acuto, più dalla di lui punta* D *si scosterà il vortice, ma per lo contrario dovrà molto prolungarsi il riparo*, acciocchè faccia effetto sensibile nella corrosione della ripa opposta. Io però non sarei mai autore di anteporre, in parità di circostanze, questi ultimi ripari agli ortogonali: perchè quando anche egualmente operassero, quanto a se, e gl'uni, e gli altri; i retti, però in eguale lunghezza, rispingono sempre più la corrente verso la ripa opposta, e danno occasione di operare alla seconda cagione predetta, che è l'angustia della sezione.

COROLLARIO XI.

Rispetto all'angolo fatto da' ripari sul piano verticale, colla corrente de' fiumi, *non è da dubitare che la direzione del riparo a lungo della corrente non sia la migliore*. Per più chiara spiegazione di ciò, s'avverta, che può darsi che il riparo riceva la corrente AB (*fig.* 34.) ad angoli retti, come BD, o ad angolo acuto, come BC, o ad angolo ottuso come BE. Intendasi prima *il resistente* CB *ad angolo acuto con la corrente:* in questo caso egli è evidente, che la direzione del

resistente *ribatterà la corrente dell' acqua verso il fondo*, come per GI, quella che viene per la direzione HG ec. la quale spinta dalla corrente AI, e dalle altre tra HG, AI paralelle insieme, e combinata con esse, opererà per la direzione obbliqua FB, *e perciò roderà il fondo in* B; e se il riparo non sarà piantato ben profondamente, potrà scalzarlo, e portarlo via. *Lo stesso succederà, abbenchè meno, all' acqua ribattuta dal resistente* BD, *la quale* sebbene sarà riflessa con direzione opposta ad HX, nulladimeno, per virtù della medesima direzione, sarà divisa, parte verso D, parte verso B; e perciò in B succederà l' escavazione del terreno, che *potrà togliere il fondamento al resistente* BD, *e conseguentemente svellerlo*. Ma *il riparo* BE, perchè ribatte la forza dell' acqua all' insù, *non potrà essere scalzato nel fondamento*; e per conseguenza, *se avrà forza bastante da non rompersi per lo corso dell' acqua, sussisterà, anzi rincalzandosi* a causa delle alluvioni, che si faranno al di lui piede, *si renderà sempre più forte, e più resistente*.

COROLLARIO XII.

Non solo il resistente BE *rivolterà la corrente verso la ripa opposta* D, *ma* essendo cagione che s' impedisca il moto dell' acqua nel triangolo XBE (*fig.* 30.), necessariamente *dovrà farsi in detto triangolo dell' alluvione*; e perciò *sarà il resistente rincalzato al di dietro di terra:* ciò però s' intende, *ogni volta che il resistente abbia tanta altezza, quanto basta per non essere sormontato dal fiume*, e che l' acqua vi si porti di rigurgito, girando attorno ad E, ed equilibrandosi con quella che corre al disotto del resistente; altrimenti, *se l' acqua potrà sormontarlo, e se vi sia considerabile differenza tra 'l livello della di lei superficie di sopra, e di sotto dal resistente*, come se detta differenza fosse EP; *dovendo l' acqua cadere da* F *in* P, *scaverebbe il fondo del fiume verso* B, ed ivi impedirebbe l' alluvione, la quale però potrebbe manifestarsi poco più lontano. *Quando* però *l' acqua di sopra, e di sotto* da BE, *fosse quasi nel medesimo livello*; o almeno nella medesima linea, che il restante della superficie del fiume, *ciò non dovrebbe succedere, ma solo la deposizione della materia terrea*. Questo effetto non solo è proprio de' resistenti inclinati alla corrente, ma anche degli altri, o retti, o contrapposti alla medesima, e perciò *bisogna avvertire, quale sia la natura de' fiumi, dentro de' quali si fabbricano i ripari*; poichè se essi avranno le piene subitanee, o la velocità grande, o il pendio del fondo considerabile; considerabile anche sarà la predetta differenza de' livelli, della quale non dovrà tenersi conto ne' fiumi di poco corso, di fondo piano, e che durino molto tempo in portare la piena al suo maggior colmo.

Prima di levar mano dalla considerazione degli effetti de' ripari (ch' io mi protesto di non aver toccati, che leggermente, e per digressione, non essendo questo il mio principal fine in questo trattato) io non voglio lasciare di motivare alcuni punti necessarj in questa materia; il primo di essi è, che *quanto più alto è un riparo, tanto riesce egli più debole*, non solo per le maggiori spinte che riceve dall'acqua, quanto per ragione della leva, l'impomochio della quale si dee intendere nel punto, nel quale quello sorge dal terreno; 2.° *che, desumendosi la direzione de' fiumi dalla direzione del filone, e questa seguitando regolarmente la maggiore profondità dell' alveo, che può essere cagionata dall' azione de' ripari anche bassi, perciò il più delle volte poco, o nulla serve il fabbricarli molto alti*. 3.° *Che si dee avere riflesso alle cause produtrici delle corrosioni*; perchè la rimozione di esse alle volte serve molto più che tutti i ripari del mondo; e frequentemente succede, che la spontanea cessazione delle medesime, perchè non avvertita, dà un gran credito, benchè non meritato, ad un' opera male intesa, e peggio eseguita; quindi è, che chiunque rinvenirà le vere cagioni degli effetti perniciosi che accadono ne' fiumi, potrà molte volte con poco di spesa, e fatica ottenere l' intento desiderato; e serva per regola universale, che *sempre più sicuro sarà il rimediare alle cause che l' ostare all' effetto*. 4.° *Che si dee scegliere tal luogo al riparo, che possa superare non essere superato dal corso dell' acqua; che possa fare l' effetto desiderato, e darli quella direzione, che più richiederanno le circostanze*. 5.° *Che qualunque riparo obbligato a soggiacere all' impeto dell' acqua, richiede una continua vigilanza, e precauzione tanto in conservarlo, quanto in ripararlo, dove porta il bisogno*; altrimenti essendo l' azione dell' acqua continua (atta perciò a vincere colla lunghezza del tempo qualsisia ostacolo) facilmente verrà il caso, che il riparo sia danneggiato, ed allora bisogna rimetterlo, quando per altro se ne trovi buon effetto; altrimenti può darsi, che demolito il riparo, e indebolito perciò il fondo del fiume, il danno da esso ricevuto resti maggiore di prima.

PROPOSIZIONE VIII.

(1) *Ne' medesimi supposti della proposizione antecedente, se il*

(1) Dalla considerazione de' ripari artificiali che resistono al corso dell' acqua passa l' autore a quella degli altri ostacoli, che opponendosi al medesimo corso non sono atti a resistergli, ma ne rimangono corrosi, quali sono le sponde medesime del fiume, quando si avanzano a ricever la corrente con qualche notabile inclinazione; nella qual materia si avverta poter cadere quasi tutte quelle medesime ispezioni, che abbiamo accennate nell' annotazione precedente in ordine a ripari, onde quì ancora potrebbe aver luogo un intero trattato.

resistente sarà composto di parti ammovibili, e di tanta altezza che possa sostenere l'effetto che si dirà, sarà esso corroso inegualmente, e formerà una concavità, le cui direzioni spingeranno il corso dell'acqua alla parte opposta.

Intendasi nuovamente il fiume ABCD (*fig.* 35.), di cui tutte le direzioni siano paralelle ad AB, o CD; e che correndo da C in D, incontri il resistente DE composto di parti ammovibili, come sarebbe una sponda di terreno tanto alta, che non possa essere sormontata dall'acqua: dico che detta sponda non potrà sussistere nella situazione DE, ma corrodendosi, si ridurrà in forma di una linea curva v. g. DFG, dalle direzioni della quale sarà rivoltata la corrente, verso la sponda AB.

Posciachè essendo il moto, per le direzioni paralelle, impedito maggiormente, quanto più le linee di esse sono vicine alla sponda, sarà l'impeto per CD minore, che per HE; ed essendo DE in linea retta, saranno tutti gli angoli fatti dalle linee di direzione con essa eguali; e perciò maggiore sarà lo sforzo dell'acqua per la direzione HE, che per la CD: ed in oltre essendo la sponda DE verso il suo ultimo termine (come non fortificata dall'unione, e rincalzamento delle parti vicine) meno risistente in E, che in D; maggiore per l'uno e per l'altro capo, sarà l'effetto in egual tempo in E, che in D; e perciò in E si farà maggiore corrosione che in D; e perchè simili effetti sempre più si diminuiscono, quanto più obbliquo è l'angolo dell'incidenza; accrescendosi sempre più l'obbliquità all'accrescersi della corrosione, e diminuendosi l'impeto per la direzione KI (1) finalmente si arriverà ad un angolo KID così acuto, che la resistenza nata dall'adesione delle parti del terreno, sarà bastante a pareggiare la forza dell'acqua; e perciò la ripa si stabilirà in DI inclinata alla corrente KI. Quindi è, ch'equivalendo essa ad un resistente composto di parti non ammovibili, comincierà a ribattere la corrente verso la ripa opposta AB (*per la proposizione antecedente*) e conseguentemente farà voltare qualche poco la direzione LM, verso la medesima sponda AB; (2) ma perchè voltata questa direzione, come in LOP, farà colla sponda un angolo minore di LMD; perciò essendo questa battuta ad angolo più obbliquo, resterà con maggiore possanza, per

(1) In questo discorso la direzione KI si dee intendere così vicina alla ripa CD (a cui è paralella) che la porzione della ripa corrosa, e stabilita in ID, ancorchè curva si possa sensibilmente riguardare come retta, e l'angolo KID come rettilineo.

(2) Qui per l'angolo LMD, che è mistilineo si vuol intendere l'angolo rettilineo, che fa la direzione LM colla direzione MI, ovvero MF dalla sponda corrosa nel punto M, cioè l'angolo della retta MI colla tangente della curva GMD nel punto M.

resistere all'impeto della direzione LM, se bene esso sia qualche poco maggiore di quello della direzione KI; e perciò l'angolo LMD sarà qualche poco maggiore dell'angolo KID; (1) al quale in fine (cioè quando la sponda sia stabilita in P) sarà eguale l'angolo OPN. Nella stessa maniera si dimostrerà che l'angolo NFM dovrà essere maggiore dell'angolo LMI ec. ma ciò essendo, non potrà la linea DFG essere retta; perchè la linea retta fa angoli eguali con tutte le direzioni paralelle; adunque sarà una curva, le cui tangenti facciano sempre angolo maggiore colle direzioni, più lontane alla sponda CD, cioè una curva concava, la cui specie dipende dalla diversa proporzione, che ha l'impeto dell'acqua alla resistenza del terreno, del quale è composta la sponda; poichè se maggiore sarà la resistenza in I, con maggior forza ancora sarà riflessa l'acqua da I, che unita colla direzione susseguente, farà sì che resti battuta più obbliquamente la sponda; e per conseguenza meno sia ella corrosa, onde resti l'angolo LMI tanto maggiore. Secondo la proporzione adunque colla quale cresceranno gli angoli fatti dalle direzioni paralelle colle tangenti della curva DFG, sarà ella, o di una spezie, o di un'altra. Resta da provarsi, che detta curvità DFG spingerà l'acqua alla ripa opposta; ma ciò è evidente, perchè correndo anche l'acqua sul tipo di una linea curva che le fa sponda, viene a mutare ad ogni punto direzione, che è quella delle tangenti di essa; ed essendo tutte queste inclinate alla sponda CD, prolungate che siano, anderanno a tagliare la ripa AB; e per conseguenza verrà ad essere indirizzata l'acqua verso di essa. Il che ec.

---

(1) Il punto P che in questa figura è situato dentro la curva della sponda corrosa GMD si vuol intendere sulla periferia della detta curva tra M, e F, e al detto punto dee terminare la linea OP, che rappresenta una linea d'acqua distornata dalla sua direzione LOM per la reflessione di essa fatta nella sponda DIM.

Tralascio altre annotazioni a questa dimostrazione, che non ha forse tutta l'evidenza desiderabile. Vi sarebbe oltre di ciò da considerare l'effetto delle corrosioni, e la loro curvatura ne' piani verticali, o sia nelle sezioni delle ripe corrose perpendicolari al fondo del fiume, non avendoli l'autore considerati, che ne' piani orizzontali, o paralelli al fondo; ma la materia è inviluppata di tanta difficultà, e tante sono le supposizioni, che conviene assumere per una tale indagine, che è difficile trattarne se non in una certa generalità di poco uso nella pratica. Veggasi nulladimeno ciò che con molta acutezza ne scrisse il sig. Bernardino Zendrini matematico della Serenissima Repubblica di Venezia nella dissertazione pubblicata sopra questo argomento nell'articolo 3 del tomo 21 del giornale de' letterati d'Italia pag. 105.

COROLLARIO I.

Da questa proposizione apparisce, che *le corrosioni de' fiumi, arrivate che siano a formarsi la curvità, che richiede la combinazione delle cause, e delle circostanze non crescono di più, ma sono lasciate dal corso dell' acqua le ripe intatte egualmente, come se fossero parallelle fra di loro, ed alle direzioni del fiume;* e su questa ragione s' appoggia la forma praticata dagli architetti ferraresi nel ripararsi dalle corrosioni del Pò grande, che è di ritirarsi addietro colle arginature, e solamente di difendersi dagli effetti delle corrosioni, cioè dalle innondazioni con nuovi argini, ma non mai di ostare alle cause che producono la corrosione.

COROLLARIO II.

Perchè la forza delle direzioni, unita a quella delle riflessioni, fa accrescere l' impeto; perciò *è evidente la causa, per la quale il filone si tiene più vicino alla ripa nelle corrosioni, che ne' siti retti del fiume;* perchè, cioè l' acqua resa più veloce, meno patisce dalla vicinanza della ripa. E similmente si manifesta la cagione, per la quale il filone nel principio della corrosione, meno s' accosta alla ripa corrosa, di quello faccia più a basso; posciachè non solo unite le forze di più direzioni, e di più riflessioni in G, che in M, rendono l' acqua più veloce, ma anco perchè le direzioni più violente, come HG, spingono la corrente più vicino alla ripa in G, che in M.

COROLLARIO III.

Perciò *nelle corrosioni non istabilite, maggiore sarà il tormento della ripa in quella parte di essa, alla quale più s' accosta il filone* (questo sito sia chiamato *vertice della corrosione*) *ma nelle stabilite sarà eguale per tutto;* e perciò *in quelle corrosioni, nelle quali il filone si porta sempre più a basso, succedono delle alluvioni nelle parti superiori, e delle corrosioni nelle inferiori.*

COROLLARIO IV.

E perchè *i fiumi quando sono più larghi, tanto sono più atti a portare il vertice della corrosione più lontano dal principio di essa;* perciò *ne' fiumi maggiori, le corrosioni prendono maggior giro*, ed occupano più terreno, internandosi nelle campagne; e conseguentemente *i fiumi più grandi hanno meno frequenti le tortuosità.*

COROLLARIO V.

Ed essendo che nel *vertice della corrosione s' unisce il maggior impeto del fiume*, operante per una direzione determinata, ch' è la tangente del vertice; ed incontrandosi da lì in giù le direzioni paralelle sempre più languide, e le riflessioni più vigorose, perciò *il filone dovrà scostarsi dalla ripa corrosa sempre maggiormente*; e ciò serve *a fare ribattere la corrente verso la parte opposta, con angolo meno obbliquo*.

COROLLARIO VI.

Dal che ne segue, che *facendosi dentro d' un fiume, disteso in linea retta*, per qualche causa accidentale, *la corrosione, v. g. della ripa destra, dovrà seguirne una* eguale, o poco minore *nella sinistra, e questa ne cagionerà un' altra nella destra ec.* E perciò *i fiumi, per ordinario, si vedono correre dentro alvei composti di parti, o tronchi retti, inclinati l' uno all' altro, ed uniti negli angoli con linee curve*, che sono le formate dalle corrosioni.

COROLLARIO VII.

E perchè posta la medesima resistenza nelle ripe, le corrosioni succedono tanto maggiori, quanto più i fiumi sono veloci, e servendo al corso la rettitudine per renderlo più veloce: quindi è, che *succedono maggiori quelle corrosioni, che sono imboccate nella parte superiore, da' tronchi retti del fiume medesimo, per li quali, cioè, il fiume abbia potuta prendere quella velocità di accelerazione, che gli è permessa dalle sue condizioni;* e qua cade la considerazione di tutte quelle cause, che possono rendere più veloce il corso d' un fiume.

COROLLARIO VIII.

Similmente perchè supposta la medesima velocità d' un fiume, tanto più opera ella in corrodere la ripa, quanto più questa se le oppone rettamente; perciò *maggiori succederanno le corrosioni, quanto meno ottusi saranno gli angoli, formati dalle direzioni del medesimo fiume colla situazione della ripa dalla parte inferiore*.

COROLLARIO IX.

Per una simile ragione *più facilmente cederà una ripa arenosa, che una cretosa;* e perciò *secondo la diversità della resistenza delle ripe maggiori, o minori si faranno le corrosioni*.

COROLLARIO X.

Essendo che *nelle corrosioni sempre, per lo meno, si ritarda notabilmente la velocità dell' accelerazione acquistata per lo pendio dell' alveo;* perciò *se un fiume retto incontrerà la resistenza d' una ripa*, v. g. se AB (*fig.* 36.) incontrerà BC *col farli rivoltare il corso in* BC, *farà la corrosione* in B; *ma* potrà darsi il caso che *ribattuta l' acqua* in C, *non potendo* per BC *rendersi nuovamente tanto veloce*, quanto per AB; *e per conseguenza percotendo* C *con forza minore* di quella, con che ha prima percossa la sponda B, *non faccia ivi tanta corrosione*, e per conseguenza *sia la corrente ribattuta* in D *ad angolo più obbliquo, e così successivamente*; dal che ne può avvenire, che dopo alcune battute, e ribattute, trovando l' alveo FG retto, di nuovo s' indirizzi il corso dell' acqua per esso.

COROLLARIO XI.

A questi ultimi corollarj, si dee avere riflesso ne' tagli che si fanno per raddirizzare il corso a' fiumi; nelle quali operazioni si dee avvertire per regola 1.° *d' imboccare, coll' incile del taglio il filone del fiume*, altrimenti o egli non vi entrerà, o entrandovi di nuovo si farà tortuoso. 2.° *Di mandare lo sbocco del medesimo taglio quanto si può a seconda del filone delle tortuosità susseguenti*, se non si vogliono fare cambiare al fiume i siti delle corrosioni inferiori, il più delle volte con grave danno. 3.° *Che quando non sia possibile ottenere quest' ultima condizione, si dee fare il taglio in due linee, che facciano fra loro un angolo il più che sia possibile ottuso*. 4.° *Che quando non riesca di ottenere una buona imboccatura del filone superiore nel taglio, è necessario di sforzarlo ad entrarvi con qualche lavoriero fatto nell' alluvione opposta alla corrosione*; o pure con traversare la corrente, almeno in parte, con buone palificate. 5.° *Che quando la caduta del taglio fosse assai grande in proporzione di quella che avesse il fiume per le tortuosità, potrebbe questa supplire in qualche parte al difetto della buona imboccatura ec.*

COROLLARIO XII.

Alle cose predette si dee anco riflettere, in destinare il luogo agli argini che si fanno, o ad uno de' tagli predetti, o ad un nuovo alveo di fiume; perchè in ciò succedono errori infiniti, fabbricandosi alle volte argini in certi siti, che sono dovuti alle corrosioni, le quali necessariamente sono per accadere, se non sul principio, almeno quando tutta l' acqua del fiume si porterà a correre per gli alvei

arginati: ed io potrei addurne quì molti esempj, se non istimassi meglio di star lontano dal condannare le operazioni degli altri.

PROPOSIZIONE IX.

Se in una palude, lago, laguna ec. entrerà un fiume torbido; ivi deponendo la materia terrea, la eleverà di fondo, e si formerà l' alveo dentro di essa, in mezzo alle proprie alluvioni, prendendo quella strada che li sarà insegnata dalla direzione della foce, dalle resistenze che troverà, e dall' esito, se vi sia del lago, o della palude ec.

Che un fiume d'acqua torbida, entrando v. g. in una palude, perda il moto, è manifesto per esperienza, e per ragione; siccome è fuor di dubbio, che perdendosi l' agitazione nelle acque torbide succedano delle alluvioni: resta solo da spiegare in qual maniera possa un fiume con esse formarsi l' alveo, e quali siano le cagioni che concorrono a determinare il sito di esso.

Sia dunque il fiume ABC (*fig.* 37.) che entri nella palude CDEFG; e sia in C lo sbocco del fiume, la cui ultima direzione sia BC; e sia in E l' emissario di essa palude: dico che per determinare il sito al fiume da C in E, concorrono la direzione BC, il sito di E, e gl' impedimenti che di quando in quando incontra il corso dell' acqua nella palude. Posciachè egli è certo, che dovendo l' acqua nel tronco dello sbocco, BC avere qualche velocità; ed eguale, se non maggiore altezza di superficie in B, che in C; dovrà il semplice conato dell' acqua della palude in C, cedere alla velocità del moto attuale per BC; adunque *l' acqua non solo correrà dentro l' alveo* BC, *ma prolungherà per qualche spazio il suo corso dentro della palude v. g. da* C *fino in* H, sempre però indebolendosi, sino a perdere ogni moto sensibile. Supponiamo che ciò succeda in H; adunque l' acqua entrando torbida, sarà poi resa stagnante per tutta la palude, fuor che nel sito CH; e (1) perciò lateralmente a CH deporrà la torbida, e succederanno delle alluvioni, le quali colla loro altezza, chiuderanno un sito lasciato basso da C in H, e per questo continuerassi il corso del fiume. *Risguardando* dunque *la sola direzione* BC, *dovrà tal principio d' alveo distendersi in una linea retta* CH, *e continuarsi sempre la medesima*, elevandosi maggiormente le sponde laterali, sino a sopravvanzare la superficie dell' acqua della palude, costringendo con ciò il fiume a

(1) Cioè a dire chiuderanno quel sito, sopra cui per aver avuto corso l' acqua, non sarà seguita tanta alluvione, quanta nelle parti laterali al detto corso, e perciò sarà restato più basso. Vedi in questa materia della formazione degli alvei de' fiumi entro le paludi, ciò che si dirà più sotto nel capo 13, e specialmente nella annotazione 3.

continuare il suo corso per un alveo nuovo, *ed a prolungare lo sbocco dentro la palude sempre a dirittura*.

Ma *se qualche cosa si opponesse al moto dell' acqua per la direzione* CH, come erbe, arbori ec. (che sono assai famigliari alle paludi) o soffii di venti, o correnti d' altre acque, abbenchè occulte, ed insensibili; come per esempio, se dentro d' una palude piena di un canneto, o di erbe, fosse aperta una strada senza impedimento come CI, allora perchè la direzione per BC, uscita l' acqua dallo sbocco C, sempre s' illanguidisce, *farebbe bene il fiume qualche sforzo per ispingersi in* CH, e sul principio ne prenderebbe per qualche picciolo spazio la linea; *ma finalmente vinto dalle resistenze, sarebbe obbligato a prendere a un dipresso la strada meno impedita per* CI. Lo stesso succederebbe, *se nella direzione* CH *s' incontrasse qualche resistente valevole a rivoltarla ad altra parte*, e per far ciò non si richiederebbe gran forza, pur che esso resistesse più delle parti vicine; perchè in tal caso *l' impeto in gran parte perduto, facilmente indirizzerebbesi ad altra parte*. E da questo principio nascono i molti rivoli, o rigagnoli, ne' quali si dividono i fiumi, che mettono la foce nelle paludi di poco fondo.

È considerabile in questo caso un' altra sorte di resistenza, che nasce dall' inegualità del fondo della palude, la quale sebbene sul principio nulla opera, nel progresso però cagiona un impedimento maggiore di ogni altro. Poichè supposto che il maggior fondo sia in CHKLE, egli è certo, che facendosi deposizioni eguali in que' siti ne' quali l' acqua egualmente stagna, ed è egualmente torbida, necessariamente dovrà succedere, che ne' siti laterali a' fondi continuati CHKLE, dovranno le alluvioni elevarsi più presto sopra la superficie della palude, che nel mezzo; e conseguentemente formeranno come un alveo, dentro il quale dovrà il fiume prendere il suo corso; e perciò *molte volte i fiumi che hanno esito nelle paludi, e lagune, seguitano nel formarsi che fanno l' alveo dentro le proprie alluvioni, la via delle maggiori profondità di esse paludi*. Per la stessa ragione operano tutte le cause che fanno una strada, o più aperta, e spedita, o più bassa d' un' altra, come sono, oltre le tagliate dell' erbe, qualche picciola escavazione; e la via tenuta da' navicelli nel passare da un luogo all' altro, perchè in tali siti, l' acqua posta come in equilibrio, seguita la via delle minori resistenze.

Finalmente *supposto che la palude ec. non possa avere altro sfogo che in* E, è manifesto che *l' acqua portata dal fiume in essa, dovrà avere corso considerabile in* E, e che *non potendo il fiume avere sfogo in altra parte, finalmente* bisognerà (quando anche dovesse prima circuire tutta la palude) *che arrivi al luogo dove comincia il corso dell' acqua che esce per* E, *col quale combinandosi quello del fiume*

s' incamminerà a quella parte medesima. Egli è dunque dimostrato, che *le tortuosità, o sinuosità de' fiumi, i quali si formano l' alveo colle alluvioni, debbono la loro situazione, parte alle direzioni dello sbocco del fiume inalveato; parte alle resistenze trovate dentro la palude, e parte al sito dell' emissario della medesima*. Il che ec.

Non si dee però credere, come pure si è accennato di sopra, che tal fiume inalveandosi, seguiti con un ramo solo, una sola direzione; anzi piuttosto secondo la diversità delle cause vicino allo sbocco, si dovrà dividere in moltissimi rami, divisi anch' essi in altri minori, i quali a poco a poco saranno lasciati dal fiume, e serrati colle alluvioni, a misura della forza che prenderà per uno di essi il più facile, e meno impedito; dimodochè rare volte succede, che si mantengano più rami insigni, se il fiume non ha, o notabile abbondanza d' acqua, o ne' rami diversi un certo equilibrio di condizioni, non così facile da succedere.

Ecco dunque da quante cause può provenire, che i fiumi si facciano tortuosi, e come avvenga, che tali si mantengano: succede ora da esaminarsi quali siano gli effetti di essi, e quali quelli de' fiumi retti; ma prima è d'avvertire, che *i fiumi i quali corrono in ghiara difficilmente ponno mantenere la rettitudine*: perchè spingendo essi sregolatamente, e con moto lento le ghiare, molte volte le ammassano, e le lasciano al cessare della piena nel mezzo del proprio corso: ond' è che facendosi dossi, sforzano questi la corrente a voltarsi da quel lato, ove trovando qualche volta materia poco resistente in tempo di acqua bassa, può profondare un nuovo alveo, e fare come una chiamata alla piena sopravveniente. Di quì anche nascono la moltiplicità de' rami che hanno i medesimi fiumi in ghiara, le isole che dalla divisione, e riunione di detti rami derivano; (1) ed inoltre la continua variazione del letto, e del filone, osservandosi ad ogni piena, in

(1) Fra le conseguenze che traggono seco le perpetue, e mutabili tortuosità degli alvei de' fiumi che portano ghiaie, e sassi una si è il raccorciamento, o il prolungamento, che in virtù di tali mutazioni va succedendo delle loro linee, con che dee necessariamente andar connesso l' abbassamento, e l' alzamento del loro letto nel tratto superiore; la qual differenza d' altezza può essere assai notabile, per poco che la linea predetta si sia raccorciata, o allungata, attesa la gran pendenza che hanno i fiumi, ove portano sì fatte materie.

Quindi si spiega, come in tali siti si veggano alle volte grandissime piagge, o greti ricoperti, anzi composti di sassi, e in tal quantità, e situazione, che manifestamente fa scorgere non essere stati colà sbalzati (come talvolta succede) ma depostivi dalle fiumane, e per conseguenza soverchiati allora dalle medesime, i quali ciò non ostante sopravvanzano di qualche piede sopra la superficie delle maggiori escrescenze, contuttochè niuna manifattura sia stata fatta nel fiume, per cui tali spiagge dovessero rimanere più alte, di quel che erano, quando egli

ciò qualche notabile mutazione. Quindi è ancora la larghezza soprabbondante degli alvei ghiarosi, e la poca sicurezza che si ha da' ripari fabbricati per difesa delle ripe; e conseguentemente il poco frutto che si ricava da' mezzi, che si adoprano per mutarli di corso, ed obbligarli a correre, quanto più si possa rettamente; potendosi dire che *i fiumi in siti simili, siano quasi indomabili*, o almeno richiedano una più che ordinaria vigilanza, ed assistenza per essere mantenuti in dovere; e ciò è sempre tanto più vero, quanto le ghiare, o sassi sono più copiosi, e più grandi di mole. Al contrario *i fiumi che corrono in sabbia, sono molto più maneggiabili*, per la quasi intera uniformità della materia, della quale viene composto l' alveo; *e perciò essendo diritti, facilmente si conservano, e le loro botte più agevolmente si difendono;* e mantenendosi il corso quasi sempre nel luogo medesimo, *non hanno bisogno di tanta larghezza di letto;* onde in molti casi è facile di mutare loro l' alveo, o con cavi proporzionati, o con ripari ben intesi, o con accrescimento di caduta, o con maggiore facilità di sfogo; regolandosi in questi casi la maggiore, o minore facilità dalla considerazione della velocità del corso dell' acqua; dalla direzione, ed impeto in essa impresso; dalla situazione della ripa ec.

Passando ora agli effetti de' fiumi retti, e tortuosi, facilmente si ponno quelli dedurre da ciò che abbiamo fin ora detto. E prima (1) *i fiumi retti mantengono più scavato il loro letto, i tortuosi meno:* e la ragione si è, perchè essendo la linea retta tirata dal principio al fine del fiume la più corta, ed essendo la caduta proporzionata alla lunghezza del corso; ne segue che conservando lo stesso alveo la medesima declività, debba essere più alto il fondo nel principio del fiume

---

le produsse colle sue alluvioni. In tal caso se si osserverà il fiume nelle parti inferiori si vedrà aver fatto la natura, ciò che l' arte non ha fatto, cangiandone il corso col farli abbandonare qualche svolta, per cui già si aggirava, e coll' abbreviarne in tal modo la linea come per un taglio naturale. Al contrario se in simili tratti sassosi si vedessero le piene cominciare a riuscir molto più alte, di quello che solevano, senza che però altra manifesta cagione vi concorresse, si potrebbe aspettar di trovare, che nelle parti inferiori il fiume stesso si fosse deviato dalla primiera sua strada per prenderne alcun' altra più tortuosa. Qualche cosa di simile può anco avvenire ne' fiumi che portano pura sabbia senza ghiaia, ma allora nè è sì facile, che i cangiamenti naturalmente seguiti in lunghezza siano molto grandi, nè a tali cangiamenti può corrispondere molto notabil divario nello stato del fondo superiore, per essere le pendenze de' fiumi arenosi molto minori, di quello che sieno ne' tratti sassosi.

(1) Questo solo vantaggio che hanno i fiumi retti sopra i tortuosi, e che l' autore prova nel seguente §. (non mettendo nè pure in conto il riuscire il retto più veloce del tortuoso a cagione delle minori resistenze) parmi di tal momento, che ben si possa contrapporre a qualunque altro vantaggio possa essere addotto a favore della tortuosità degli alvei.

tortuoso, che del retto, quando nell' uno e nell'altro si trovi la medesima distanza de' termini.

Per esempio, supponiamo che l' origine d' un fiume sia distante in linea retta dalla foce del medesimo cento miglia, e richieda un piede di caduta per miglio; certo è adunque, che tutta la caduta necessaria da questo fiume, sarà di cento piedi; e tanta dovrà essere l' elevazione del principio di esso sopra il fondo della sua foce, qualunque volta abbia esso il corso per detta linea retta. Ma se il medesimo colle sue tortuosità si allungasse la strada, sino a cento cinquanta miglia, altrettanti piedi vorrebbe egli di caduta (tralascio di considerare in questo luogo la differenza, ch' è tra un fiume retto, e un tortuoso, la quale fa che il primo a cagione delle minori resistenze riesca più veloce, e meno declive del secondo) e perciò dovrebbe il principio del fiume essere più alto, che nel caso precedente; il che è vero anche di tutti i siti del fiume, paragonando la loro distanza dalla foce per la linea retta, e per la curva; quindi è che desumendosi la profondità del fiume dalla distanza del di lui fondo dal piano della campagna, *se la caduta di questa sopra il fondo dello sbocco, sarà maggiore di quella ch' è dovuta al fondo del fiume, necessariamente correrà questo incassato nel terreno; e tanta sarà la profondità, quanta la differenza tra la caduta maggiore della campagna, e la minore del fondo del fiume*. E perchè la caduta de' fiumi, tanto fassi maggiore, quanto è più lunga la linea del loro corso; però *può darsi il caso che un fiume correndo rettamente al suo termine, abbia il suo fondo assai basso sotto il piano della campagna; ma facendosi tortuoso, e per conseguenza elevandosi, abbia bisogno di argini per essere trattenuto, che non innondi*. Il paragone della caduta della campagna con quella ch' è necessaria al fiume, fa anche conoscere quale sia la causa, che alcuni fiumi camminino per fondi elevati sopra il piano del terreno contiguo; che altri corrano affatto incassati dentro la campagna, e ch' altri si profondino di soverchio dentro le viscere di essa; la medesima comparazione può portarci anche alla cognizione de' rimedj opportuni, per impedire la nociva elevazione del fondo de' fiumi, e le estreme loro profondità. *Ne' fiumi però che hanno il fondo orizzontale, la rettitudine, o tortuosità degli alvei, non contribuisce cosa alcuna al maggiore, o minore profondamento;* ma la sola copia dell' acqua, che quanto è maggiore, mantiene più basso il fondo del proprio letto: la caduta sì della campagna opera qualche cosa, paragonata alla cadente del pelo del fiume; perchè *se la caduta del terreno sarà maggiore di quella che tira seco la declività della cadente del pelo d' acqua nelle massime piene, non vi sarà bisogno d' argini al fiume*; e perchè anche in questo caso, la linea più lunga ricerca maggiore caduta, *può essere che la tortuosità induca una necessità d' arginature, che*

forsi non si avrebbe, se il fiume camminasse retto; (1) *la tortuosità* dunque in questo caso, *potrà ben fare elevare il pelo dell' acqua, ma non il fondo dell' alveo.*

Le altre proprietà de' *fiumi retti* sono, che essi come si è dimostrato, *conservano il loro maggior fondo nel mezzo dell' alveo*, restando le altre parti in ciascheduna sezione omologamente disposte, e perciò non si scava il loro fondo più in un luogo, che nell' altro: non si fa alcun gorgo, o inegualità di letto che accidentalmente, e stabilita che sia la loro larghezza, non alterano la situazione delle proprie *ripe*, le quali perciò *non fanno altra forza, che di sostenere l' altezza dell' acqua nella medesima maniera, che farebbero se fosse stagnante, cioè in proporzione della propria altezza.* Ma al contrario *i fiumi tortuosi portano la maggior profondità degli alvei, ora verso una ripa, ora verso l' altra, e la linea del filone dell' acqua è sempre più curva di quella delle ripe, accostandosi alle parti concave delle rotte, e scostandosi dalle connesse;* perlochè ne nasce da una parte la generazione delle spiagge, e delle alluvioni, o arenai; e dall' altra anche frequentemente la corrosione delle ripe, che sogliono in detti siti avere al piede gorghi profondi. *Il carico che portano le sponde battute dalla corrente del fiume, è molto maggiore che ne' fiumi retti,* come non fatto dal solo conato; ma dall' impeto dell' acqua, del quale è tanto maggiore la forza, quanto l' energia della percossa supera lo sforzo della sola gravità. S' aggiunge che *ne' fiumi retti, le direzioni del corso procedono paralelle alle sponde*, e perciò non ponno cagionare que' vortici, che solo nascono dalla combinazione di diverse direzioni insieme, e che sono tanto frequenti ne' fiumi tortuosi, con danno indicibile delle sponde.

Procede anco dalla curvità degli alvei un effetto assai considerabile, ed è *la direzione, che ha il fondo dell' acqua, diversa da quella del mezzo, e della superficie;* dal che ne nasce, che le piene maggiori alle volte mostrano di battere la ripa opposta in un luogo, le mezzane in un altro, e l' acqua bassa in un altro. Ciò deriva, perchè

(1) Cioè a dire la tortuosità che segua in un tratto d' alveo orizzontale, che prima era retto, potrà ben fare che in qualsivoglia dato punto del tratto superiore alla nuova tortuosità la superficie delle piene si mantenga più alta di quel che era quando il fiume camminava retto, ma non potrà già fare che ivi il fondo del fiume divengá più elevato di prima. L' istesso dovrà dirsi ove ad un fiume orizzontale venga ad allungarsi la linea per protrazione seguita della spiaggia del mare in cui egli abbia lo sbocco. In fatti ne' rami del Pò, ne' quali può dirsi che egli cammini con alveo orizzontale vi sono indicj di alzamento di pelo delle piene dopo la protrazione succeduta delle alluvioni che sono alle loro foci, ma non così di alzamento di fondo; anzi nel ramo d' Ariano ve ne ha piuttosto di abbassamento.

camminando il maggior fondo colla medesima curvità delle alluvioni, e delle spiagge che sono nel fondo del fiume, la corrente del fondo segue la direzione di questo; ma quella che essendo più alta, copre tutte le spiagge quanto è in se, s' accomoda alla curvità delle sponde delle golene, che per lo più non sono paralelle alla maggiore profondità dell' alveo; e finalmente le piene più alte, coprendo il piano delle golene, prendono qualche direzione dalla situazione degli argini, i quali non mai secondano la curvità delle medesime; ma il più delle volte servono di corda al loro arco. Queste diverse direzioni però non si conservano così independenti l' una dall' altra, che non vengano di quando in quando alterate, e perciò combinandosi tutte e tre, il filone batte la ripa in un sito; cessandone una, cioè la superiore, l' incontro del filone con la ripa si fa in un altro luogo; e finalmente non essendovi che la direzione più bassa, di nuovo si muta sito. E perciò si dee avvertire, nel destinare i luoghi a' ripari che si formano per difesa delle corrosioni, di non avere unicamente riflesso al filone dell' acqua bassa, ma bensì di considerare anche lo stato mezzano, e sommo delle piene del fiume.

L' altezza maggiore che ha l' acqua corrente nella parte concava delle botte, è un effetto non disprezzabile delle tortuosità degli alvei; poichè siccome in quel sito gli argini si ricercano più vigorosi, più larghi, e di miglior costruzione, così devono essere più alti, acciò l' acqua non trabocchi dalla sommità di essi, e tanto devono essere più alti, quanto più sono vicini al vertice della corrosione, perchè ivi è anche maggiore l' altezza dell' acqua, e perciò nella costruzione o riparazione degli argini, non occorre sopra d' una linea uniformemente declive, regolare il piano superiore di essi, ma piuttosto giova tenerlo (col prendere norma dal pelo di una piena) tanto più alto, quanto si può credere che basti, a sostenere una piena straordinaria, quando ella venisse.

Sebbene pare che gli effetti delle tortuosità de' fiumi siano tutti perniciosi, nulladimeno (perchè anche nel male si trova sempre mescolata qualche cosa di bene) oltre l' utile che ricavano i possessori de' fondi contermini alle alluvioni, v' è alle volte qualche cosa di necessario all' economia universale dei fiumi; posciachè i giri di essi (particolarmente se sono reali) ponno, secondo il bisogno, avvicinare, o allontanare gli sbocchi de' fiumi influenti all' origine di essi; e per conseguenza accrescere, o sminuire la necessaria caduta, ch' è un punto assai considerabile nella condotta dell' acque; ma di ciò parleremo più ampiamente nel cap. 9. Si dee però avvertire, che la direzione de' fiumi s' intende in due maniere; l' una cioè universale, l' altra particolare. La direzione universale non tiene conto delle picciole curvità, che ha l' alveo d' un fiume, quando anche fossero tali che spingessero le

correnti in un luogo a levante, nell' altro a ponente; ma solo mette a capitale la strada che tiene il fiume prescindendo da esse; così vien detto da' geografi, che il Pò cammina da Ponente a Levante, che il Danubio nell' Austria tiene la medesima strada, nell' Ungheria volta a sirocco, dopo Belgrado ritorna verso Levante; e vicino a' suoi sbocchi nel mar nero, tende verso Greco; e queste sono le tortuosità che ponno essere utili ed instituite con qualche fine dalla natura; ma la direzione particolare è quella che gode la corrente, o filone in ciascheduna parte dell' alveo, e della quale si tiene conto da chi pretende fare una pianta esatta di un fiume in una carta di corografia, nella quale si voglia esprimere lo stato di esso, con ogni maggiore diligenza; e queste picciole tortuosità, rare volte avviene, che portino vantaggio, anzi sono abborrite dall' universale degli uomini, che tutto 'l giorno s' affaticano, o per toglierle, o per impedirne gli effetti dannosi.

È congenea alla materia di questo capo la quistione promossa dal Varenio nella sua geografia generale lib. 1. cap. 6. prop. 8. Se gli alvei de' fiumi siano stati fatti dalla natura, o dall' arte? Egli distingue i fiumi contemporanei alla terra, da quelli che hanno avuta la necessità di avere formati gli alvei, dopo la creazione del globo terracqueo: circa i primi non ispiega il suo sentimento; ma circa gli ultimi si dà a credere, che abbiano gli alvei manufatti, assumendo per fondamento della sua opinione, l' osservarsi che le nuove fontane nello scaturire che fanno dalla terra non iscavano gli alvei per lo corso delle acque proprie, essendo perciò necessitate a spandersi per li terreni vicini: che molti alvei sono stati fatti per opera umana, desumendone la certezza dalla fede indubitata delle storie: e finalmente che i fonti, o sorgive le quali scaturiscono dalle pianure, generano paludi per essiccazione delle quali bisogna scavare fosse, che divertiscono da esse le acque: e in fine conferma il suo sentimento col dire, che molti fiumi siano stati uniti, per artificio d' uomini, ad altri, coll' esempio del Tanai, dell' Eufrate, e della Volga; e che perciò si debba credere il simile di tutti gli altri.

Io siccome non ardirei di negare, senza motivo, fatti d' istoria, così non posso dubitare che le acque d' alcuni fiumi non corrano per alvei scavati a mano, sapendosi che quelle del Pò furono unite in un solo alveo da Emilio Scauro; che la Brenta è stata cambiata di alveo dalla serenissima Repubblica di Venezia; così il Lamone, ed il Reno nostro dalla santa Sede; per non dire delle fosse tirate dal Nilo ad Alessandria da Alessandro il Macedone; di quelle fatte da Druso per lo Reno; da Tiberio per lo Tevere ec. Ma per l' altra parte sono ben di parere, che la maggior parte de' fiumi siano stati fatti dalla natura, e che lasciandola operare da se sola, ella formerebbe col tempo gli

alvei a tutte l'acque: come di molti, formati per sola disposizione di cause naturali, se n'hanno indizj evidenti. Poichè se si considera la parte più alta della terra, cioè quella che noi chiamiamo montuosa, si può ben facilmente comprendere, che le spaccature le quali in essa da per tutto si trovano, per lo fondo delle quali scorrono i rivi, i torrenti, ed i fiumi, e che sono come termini divisorj d'una montagna dall'altra; è facile, dico, comprendere ch'esse sono state fatte dalla forza dell'acque che le ha scavate col corso, nella maniera già diffusamente spiegata nel capitolo antecedente, osservandosi molte volte, che dalla maggiore, o minore profondità, viene determinata la distanza delle cime de' monti, che soprastano, dall'una, e dall'altra parte al corso del fiume, abbenchè a ciò fare anche concorra la condizione della materia di che sono formate, sì le montagne, che i fondi degli alvei. Quindi è che per impedire l'escavazioni superflue, e dannose, ed i dirupamenti della terra ad esse succedenti, sono obbligati gli abitanti di fare, e mantenere un'infinità di chiuse, che sono fabbriche, per lo più di legnami, o di sassi, le quali colla loro altezza sostentano il fondo de' torrenti alla necessaria altezza.

Non può intendersi una fonte di nuova origine, che abbia qualche abbondanza d'acqua, e che col continuo aumento, uscendo dal proprio ricettacolo, e trovando esito a qualche parte verso il mare, non incontri o un declivio per lo quale scorra, o una caduta dalla quale precipiti, la quale essendo grande più del dovere, è necessario succedano escavazioni, che sono quelle che danno l'essere agli alvei: quando queste hanno potuto farsi seguitamente, si sono formati i letti continuati, ma incontrandosi ostacolo da tutte le parti, ed essendo sforzata l'acqua ad elevarsi di corpo, per trovare l'esito sopra gl'impedimenti, si sono formati i laghi, che servono di temporaneo ricettacolo a' fiumi, e talora si sono fatte cateratte, o cascate d'acqua, quando nella dirittura dell'alveo, l'acqua ha trovati impedimenti, i quali non ha potuto superare col roderli; e che perciò hanno sostentata la parte superiore dell'alveo più alta dell'inferiore. Accade talvolta, che i fiumi scorrendo fra' monti, trovano voragini che li assorbiscono, e però sono interrotti i loro alvei dalle montagne, che stanno in faccia del loro corso: queste voragini, o hanno esito al mare, o pure trasfondono le loro acque di nuovo sopra la terra, o formano nuovi fiumi; e questa è la ragione, per la quale se ne trovano di quelli che entrano in laghi, ma non ne escono, e che alle volte si vedono scaturire dalla terra fiumi ben grandi piuttosto che fontane, dalle quali l'origine è tanto lontana, che non se ne tien conto. Troppo lungo sarebbe il voler quì rendere la ragione di tutti gli accidenti, che si osservono ne' fiumi dentro le valli delle montagne; ma sarà ben facile a chi che sia, sulla norma delle cose dette

di sopra, d' indagarne le cause; onde passeremo a discorrere degli alvei, fuori delle foci de' monti.

Io credo assai probabile, che poche siano nel mondo le pianure, che non siano figlie delle alluvioni de' fiumi, essendo state per l' innanzi, o seni di mare, o paludi; posciachè, se si osserverà la condizione del terreno disposto in istrati di sabbia, o di terra, come nel cavamento de' pozzi, o altri simili, si riscontra; e se si farà riflessione, alle materie in casi simili trovate, cioè a dire, a pezzi di barche, giunchi, ed alleghe marine, come riferisce il Bertazzolo essere accaduto nel cavare i fondamenti del sostegno di Governolo sul mantovano; ed in oltre se si considereranno l' istorie antiche, come di Erodoto, che asserisce tutto l' Egitto essere composto di terra portata dal Nilo; e che la lombardia bassa, quasi tuttta è bonificata, dopo due mill' anni, dalle alluvioni del Pò, e d' altri fiumi che scendono dall' apennino, e dall' alpi; e finalmente (1) se si avvertirà, che i fiumi che scorrono per le pianure, hanno in gran parte bisogno d' argini, che vuol dire, che senza d' essi sarebbero soggette le campagne alle innondazioni d' acque per lo più torbide (alle quali vanno necessariamente connessi gl' interrimenti) bisognerà dire, che siccome levando tutte le opere manufatte, le pianure si ridurrebbero in paludi, così prima che fossero formati gli argini, non può essere di meno che i piani delle campagne non si andassero elevando sempre più col beneficio dell' acque torbide; e che perciò nel principio delle cose, fossero siti innondati, forse anche dall' acque del mare: ciò fa vedere, che gli alvei de' fiumi nelle pianure non sono fatti, come quelli fra i monti, per escavazione, ma solo per alluvione, cioè con la deposizione delle materie terree portate dall' acque.

Egli è manifestissimo per un' evidentissima ragione, e per un' esperienza sempre costante, che i fiumi torbidi, i quali hanno il loro sbocco nelle paludi, nelle lagune, o anche in seni, e spiagge di mare di poco fondo, si formano le ripe da se medesimi, ed alzando il fondo

---

(1) È da avvertire, che la necessità di arginare i fiumi che scorrono per le pianure, nasce talvolta da protrazione seguita del loro alveo, o per natural corso, o per arte, o pure da mutazione di sbocco congiunta con diminuzione di pendenza. Tali accidenti ponno fare che un fiume, il quale correva in altri tempi tutto incassato fra terra colla superficie delle sue piene, cominci a spandere sopra le campagne, e ad aver uopo d' argini; e però l' essere un fiume arginato non è segno infallibile, che la campagna per cui scorre, sia prodotta dalle alluvioni delle sue torbide almeno per tutto quel tratto, per cui è fiancheggiata da argini. Questo è ciò che è accaduto a' fiumi della romagna, molti de' quali si veggono ora arginati, incominciando a poche miglia sotto la via romana, contuttochè certamente si sappia (almeno rispetto a qualcheduno di loro) che in tali siti non ha molto, non vi era bisogno d' argini.

de' proprj ricettacoli, fanno loro cambiare natura, riducendoli in istato di terreno fertile (come è indubitato, essere succeduto a tutto il Ducato di Ferrara, a una gran parte di quello di Mantova, del bolognese, del modanese, del mirandolano, della romagna ec.) e che dentro gl' interrimenti, formano, e conservano l'alveo proprio: e perchè le acque vaganti facilmente perdono la direzione, secondando quella d'ogni picciolo impedimento, come si è dimostrato nell'ultima proposizione; quindi è nata la tortuosità de' fiumi nel loro primo nascimento, inclinata però sempre, secondo la direzione universale, verso quella parte, dove l'acqua ha trovato più facile l'esito, e dove la maggior caduta l'ha destinata. Quindi è, che la superficie delle campagne viene a un dipresso ad essere disposta sul tipo della cadente della superficie de' fiumi, la quale avrebbe precisamente imitata, se la necessità dell'abitazione non avesse obbligati gli uomini ad essiccare le campagne coll'artificio degli argini: (1) accidente, che fa che il piano di esse resti in molti luoghi più declive, e finalmente più basso del fondo de' fiumi; e che perciò richiedasi altezza maggiore di argini per difenderle. Al contrario ne' luoghi dove l'espansioni hanno avuto più lungo tempo da operare; dove l'acque sono state più torbide; e dove si sono unite più cause simili; ivi si sono fatti maggiori gl' interrimenti, e quantunque i siti siano più lontani dalla fonte del fiume, nulladimeno hanno il piano di campagna più alto, come si osserva nelle confluenze degli alvei formati in questa maniera.

È anche regola generale, che le pianure fatte per alluvione, sono più alte alle sponde de' fiumi, e scostandosi da queste sempre si rendono più basse; e perciò ne' siti di mezzo a' due fiumi s'osserva una concavità seguita, dove l'acqua piovana delle campagne s'unirebbe, se la provvidenza degli uomini non avesse scavato in que' luoghi fosse proporzionate, a ricevere l'acque degli scoli particolari delle campagne, ed a scaricarle, o nelle parti più basse de' fiumi medesimi, o al mare, o in paludi, secondo la contingenza. Ciò però è vero, qualunque volta il fiume prima d'essere stato arginato, non abbia mutato sito da un luogo all'altro, in maniera da fare alluvioni, quasi per tutto eguali; o non siano state trattenute le torbide dentro il circondario degli argini particolari a ciò destinati; perchè in tal caso gl' interrimenti succedono quasi orizzontali. Le osservazioni di queste particolarità, che regolarmente si fanno nelle pianure, danno ben a conoscere, che gli alvei de' fiumi che le bagnano, sono

(1) In questo effetto ancora può aver parte, o la protrazione seguita della linea del fiume, o la mutazione del suo sbocco, come nella nota precedente.

per lo più fatti per alluvione dalla natura, non dall'arte; e che quando questa v'ha luogo, si danno indizj tali da conoscerlo, anche prescindendo da qualsisia notizia di fatti antichi.

I condotti dell'acque piovane riconoscono ben tutti il loro essere dall'artificio degli uomini, se non quanto alcuna volta ponno avere per canale l'alveo derelitto d'un fiume, o altra simile concavità naturale. Lo stesso s'intende dell'acque de' fonti, che nascono nelle pianure, se esse sono in poca quantità; poichè tanto queste, quanto quelle, per correre regolate, richiedono escavazioni di canali; e la ragione si è, perchè essendo chiare, non ponno deporre materia alcuna, e perciò non vagliono a farsi l'alveo per alluvione, e perchè scorrendo per campagne, che hanno a un dipresso, il declivio richieduto dal fiume, non ponno essendo molto minori di corpo fare escavazione alcuna; e per conseguenza profondarsi un alveo sotto il piano della campagna. Egli è dunque necessario, che sopra de' terreni si spandano, e scorrendo sempre ad occupar i luoghi più bassi, proccurino l'uscita da qualche parte, la quale essendo l'acque vive, troveranno finalmente, se non altro coll'alzamento della superficie, che rendendosi, o per sorgive temporanee, o per espansioni di qualche fiume ec. superiore agli ostacoli li sormontarà; e sopra di essi acquistando quell'altezza, che proporzionata alla larghezza, e velocità, è necessaria per iscaricare tutta l'acqua che di nuovo si va somministrando, terrà occupate, ed innondate tutte all'intorno le campagne, che saranno più basse del livello dell'uscita dell'acqua, nella stessa maniera appunto che succede ne' laghi. Ma non essendo le acque perenni, può darsi il caso che siano sì bassi gl'impedimenti da superare, ch'ogni poca altezza d'acqua basti per iscaricarne una parte, e cessando l'afflusso (siasi, o per siccità, o per altro) cessi il corso fuori dello stagno, e l'acqua impedita resti trattenuta, fintantochè il Sole, o il vento la consumi in vapori; o pure ch'essa da se medesima s'imbeva ne' pori della terra.

(1) Quindi è, che per essicare gli stagni, e le paludi, mezzi proporzionati sono, o la diversione dell'acqua che le fomentano, e mantengono; o la rimozione degl'impedimenti che le sostentano ad un'altezza non necessaria: che vuol dire l'escavazione d'emissarj, e canali proporzionati; ovvero in ultimo luogo, quando ogni altro mezzo si riconosca frustraneo, la immissione di acque torbide, che elevino il fondo della palude, uguagliando con ciò le concavità che servono di ricettacolo all'acque stagnanti. L'elezione dell'uno, o dell'altro di

(1) Tutto ciò che accenna l'autore in ordine all'essicazione delle campagne innondate in questo, e nel seguente paragrafo viene da lui trattato più di proposito nel capo 13, e parte nel capo 12 di quest'opera.

questi mezzi, dipende dalla considerazione di tutte le circostanze; poichè se vi sarà luogo a proposito per divertire, o regolare le acque, che hanno il loro sfogo nelle paludi; sano consiglio è di praticar questo mezzo, qualunque volta però il fondo di esse sia tant'alto, quanto basta per tramandare al suo termine le acque che sopra vi pioveranno.

Ma se avendo il fondo della palude questa ultima condizione, sarà effetto de' soli ostacoli, la stagnazione, e la elevazione dell'acque; in tal caso, basta colla rimozione degl'impedimenti, dare sfogo proporzionato all'acqua ristagnata, e portarla per canali manufatti a qualche termine reale; ed occorrendo, scavarne degli altri per mezzo della palude, che servono a dar passaggio all'acque che dentro vi mettono, o che devono uscirne: e finalmente, se il fondo della palude non avrà la caduta necessaria al suo scarico, è d'uopo di procurargliela con l'arte, elevandole, con l'acque torbide il fondo, il quale ridotto che sia ad un'altezza sufficiente, bisogna poi praticare uno de' due mezzi suddetti, senza di che mai non si arriva ad una perfetta essicazione.

Giacchè siamo entrati a discorrere delle paludi, non sarà che bene, per fine di questo capitolo, di avvertire una considerazione assai necessaria alla materia, di cui si tratta. Alcuni hanno creduto che le paludi siano un errore della natura, e che perciò bisogni sempre cercare di correggerlo. Io però le stimo in molti casi, non so se mi dica, o una necessità, o un artificio della natura medesima, la quale somministra agli uomini il comodo, di tenere asciugate campagne vastissime, col sottometterne all'innondazione una picciola parte; poichè, prima egli è evidente, che molte terre sono così poco alte sopra il termine, il quale dee dar loro lo scolo che se l'acque anco scolatizie dovessero unirsi in un alveo solo, continuato sino al termine predetto, dovrebbero avervi altezza tale, che manterrebbe pantanoso tutto il terreno vicino, cosa che non succede, quando l'acque escono presto da' loro condotti, e trovano un'espansione e profondità considerabile, dove trattenersi per quàlche tempo, e sino all'estate, che può in gran parte consumarle; quindi è, che si trovano molti stagni che non hanno esito alcuno, e servono ne' tempi piovosi, come di picciolo mare, a dare ricetto alle acque delle campagne contigue. (2) Molti fiumi scorrono per campagne e danno ricetto agli scoli delle medesime; perchè entrando nelle paludi, mantengono il loro fondo più basso che non farebbero, interrito che fosse il fondo delle medesime. Sia AB (*fig.* 38.) il fondo stabilito di un fiume, influente in una palude, di cui la superficie orizzontale sia BC, e che uscendo dalla medesima scorra per lo fondo CD paralello ad AB; e sia EF il piano della campagna superiore alla palude: ciò posto egli è evidente che

la campagna EF può avere scolo, sì nel fiume AB, sì anche, e molto meglio, sopra il pelo della palude BC; ma interrita che questa sia, egli è certo per le cose dette di sopra, che il fondo AB si eleverà in GC, per mantenere la caduta proporzionata al suo corpo d' acqua; e perciò non potranno le campagne avere più lo scolo, nè nel fiume, nè nella palude, ma solo nella parte inferiore CD, il che può essere impedito per più cause, cioè, o per l' unione di qualche altro fiume, o pure perchè s' incontri la spiaggia del mare, che suol essere d' impedimento allo sbocco de' piccioli condotti; e perciò non potendo l' acque piovane avere più ricetto, bisognerà che restino a coprire le campagne, dalle quali prima derivavano, il che maggiormente accaderà a que' siti, che necessariamente deono avere lo scolo nella parte del fiume, superiore al punto C. Casi simili derivati dal prolungamento degli alvei dentro le paludi, si vedono frequenti nel nostro territorio di Bologna, nel ferrarese, e nella romagna; perchè (1) essendo le campagne disposte a scolarsi sopra il pelo basso dell' antica padusa, ch' era orizzontale a quello del mare; ed essendosi questa divisa in più parti, ed alzata di fondo, e di pelo, per le alluvioni, si vedono quasi tutti i fiumi obbligati a scorrervi dentro, così alzati di letto, che restano superiori di molto al piano delle campagne, negando con ciò lo scolo a' terreni, anzi innodandoli, ed ampliando ogni dì maggiormente le paludi, in vece di renderle fertili, come sembra che dovrebbe succedere dopo gli interrimenti, a chi non è capace di considerare, a quale altezza dovrebbero questi elevarsi per potere scolarsi dentro gli alvei de' fiumi vicini; mentre per l' impedimento degli altri fiumi inferiori, non ponno avere la strada aperta al mare per cavi separati. Questa è la ragione per la quale non sempre sono utili le bonificazioni per alluvione, bensì quelle per essicazione, particolarmente quando si fanno per via di diversione di acque copiose, e per rimozione degli ostacoli che fanno stagnanti le acque; essendo per altro (fuorchè ne' casi, ne' quali le terre hanno pochissima pendenza al termine dello scolo) insensibile l' effetto del prolungamento de' cavi manufatti, particolarmente quando questi si mantengono espurgati, ed escavati alla dovuta profondità.

---

(1) L' antica padusa, cioè il Pò disarginato, ed espanso per le campagne con tutta ragione si suppone dall' autore essere stato col suo pelo basso orizzontale a quello del mare (almeno sensibilmente) dappoichè si vede, che anche il Pò ristretto fra argini accostandosi agli sbocchi, porta ora per lunghissimi tratti il suo pelo quasi di livello con quello del mare.

CAPITOLO SETTIMO.

De' moti che s' osservano nell' acque de' fiumi in diverse circostanze.

Abbiamo toccate in più luoghi di questo trattato molte particolarità concernenti al movimento dell' acqua dentro gli alvei de' fiumi, secondo che ha portato l' occasione, e la materia; ma perchè ve ne restano molte altre, che meritano, e di essere avvertite, e di essere risolute nelle loro cause; perciò ci daremo a considerarle separatamente in questo capitolo, passando dall' una all' altra, coll' ordine medesimo che porta il progresso d' un fiume, dal suo principio al suo fine.

Per intraprendere dunque questa ricerca, immaginiamoci una fonte che dia il primo alimento ad un fiume, somministrandoli, per esempio, in un secondo di tempo, cento determinate parti di acqua, le quali per uscire dalla vasca del fonte, siano obbligate a passare per la sezione d' un canale, la quale sia tanto angusta, che attesa la velocità, la quale ponno avere in essa le parti dell' acqua nell' uscirne, non permetta il passaggio, che alla metà di esse, nel detto tempo di un secondo. Se ciò è, parimente è necessario, che la metà dell' acqua che dà il fonte, sia trattenuta nel ricettacolo; e che perciò elevandosi di superficie l' acqua della vasca, cresca egualmente in altezza dentro la prima sezione, sintantochè questa, o per l' accrescimento dell' area, o della velocità rendasi capace di scaricare in un dato tempo, tant' acqua, quanta nel medesimo viene somministrata dalla fonte.

E quì prima d' innoltrarci maggiormente nella materia, sono d' avvertirsi alcune particolarità intorno al modo, con che si dispongano le velocità di una perpendicolare d' una sezione di un fiume, considerandole dentro il complesso delle circostaze, che ordinariamente loro avvengono: perocchè spiegato che ciò sia, darà gran lume a quello che siamo per dir da quì avanti. E prima è da considerarsi, che trovandosi l' acqua trattenuta, come si è detto, per metà, *l' altezza dell' acqua nella prima sezione* d' un canale orizzontale (che per ora suppongo annesso all' incile della vasca) *non crescerà il doppio, a cagione del doversi* per essa *scaricare acqua duplicata, ma molto meno:* e la ragione si è, perchè non solo la sezione diventa più grande, ma anco più veloce; essendo che nel crescere l' acqua in altezza, aggiunge qualche grado di velocità alle parti inferiori, e conseguentemente la velocità media riesce maggiore nel secondo caso, che nel primo; ond' è, che ad effetto di pareggiare l' entrata con l' uscita, non vi è

necessario di doppia altezza nell'acqua. Noi abbiamo dimostrato in altri luoghi, che (1) *supposto che* AB (*fig.* 39.) *sia l'altezza dell'acqua* ch' esce dal fonte, *le velocità saranno disposte nella parabola* BAC; ed è certo, *che trovandosi una velocità media fra le maggiori, e le minori*, come DE, *non si varierebbe l'altezza dell'acqua*, perchè tanto sfogo avrebbero tutte le velocità dovute a' punti di AB, essendo ognuna eguale a DE, quanto ne hanno le medesime, ma diseguali BC, DE ec. come porta la natura della parabola BAC.

Per la stessa ragione *non si varierebbe l'altezza, se scemandosi la velocità dell'acqua in un punto d'una perpendicolare, s'accrescesse egualmente in un altro punto della medesima;* come per esempio, se le velocità fra D, e B (*fig.* 40.) fossero impedite dimaniera che tutta la parte levata da esse, alla residua stasse come la figura EGC, alla DEGCB; e l'una, e l'altra prese insieme componessero la somma delle velocità, non impedite; ma per lo contrario le velocità fra A, e D fossero per qualsisia causa accresciute, e l'accrescimento fosse la figura AFE, eguale alla EGC; è ancora manifesto, che essendo la somma delle velocità contenute nella figura BAFEGC, eguale alla somma delle velocità della parabola BAC, manterrebbesi l'altezza medesima AB: e generalmente, *quando la velocità media non resti alterata, qualunque siasi la inegualità delle velocità* maggiori, e minori, *è impossibile che l'altezza dell'acqua si varj*. Ma *quando le velocità in alcuni punti della perpendicolare* AB *si sminuissero, e negli altri, o di niuna sorte, o non quanto basta, si accrescessero: cioè a dire,* (2) *ogni volta che la velocità media si diminuisse, converrebbe*

(1) Ciò è accidente, perchè appunto nella parabola le ordinate BC, DE, e tutte le altre sono per la proprietà essenziale di questa curva, nella ragione dimezzata delle ascisse AB, AD, che sono le altezze dell'acqua sopra ciascuna delle parti di una medesima perpendicolare, cioè (secondo le cose dette nell' annotazioni del capo primo) in ragione delle velocità delle dette parti. Il parametro di questa parabola è arbitrario, e per conseguente le misure assolute delle velocità espresse per BC, DE sono indeterminate, nè mostrano le velocità assolute, ma solamente le rispettive, o sia la proporzione delle velocità, che è quella degli spazj scorsi da ciascuna parte dell'acqua in un medesimo tempo, qualunque egli sia. Se si volesse prender un tempo determinato v. g. un minuto d'ora, e per esperienza fosse noto in qualche misura, come d'oncie, di piedi ec. lo spazio BC, che in tal tempo può descrivere una particella d'acqua colla velocità della pressione corrispondente all'altezza AB, nota anch'essa nelle medesime misure (tali sperienze per le cose altre volte dette non si dovrebbero fare nelle sponde de' vasi, ma si vorrebbe trovar modo di farle nelle stesse sezioni de' fiumi orizzontali) allora il parametro della parabola sarebbe la terza porporzionale dopo le due AB, BC, e tutte le ordinate esprimerebbero gli spazj corrispondenti alle velocità sotto l'altezza AD per lo stesso tempo d'un minuto, cioè le velocità assolute delle diverse parti dell'acqua.

(2) È manifesto, che diminuita la velocità media d'una sezione d'un fiume

che l'altezza della sezione della quale si suppone invariata la larghezza *si facesse maggiore*.

Come per esempio, se le velocità della perpendicolare AB (*fig.* 41.) fossero sminuite da D in B, quanto è il valore della figura EFC, e fra A, e D non fossero mutate di sorte alcuna, non potrebbe mantenersi l'altezza AB, ma bisognerebbe che l'acqua si elevasse in H, tanto che tra le velocità di AH aggiunte di nuovo, contenute nella figura AHI, e gli accrescimenti fatti per tale alzamento alle velocità di AD, contenuti nella figura AIE, si facesse l'acrescimento AHIE eguale al difetto EFC. Tralascio quì di considerare l'aumento delle velocità in DB; poichè, messo egli a conto, non fa altro che rendere un poco minore l'altezza AH, e la figura AHIE, la quale dovrà essere sempre eguale alla EFC, ristretta a minor mole: (1) tutto ciò si dee intendere non solo ne' casi ne' quali le velocità terminano alla

---

orizzontale, tutte le altre più vicine all'origine, e la stessa vasca onde l'acqua si somministrerebbe al fiume, dovrebbero crescer d'altezza fino a che per le sezioni così rialzate potesse passare la stessa quantità d'acqua di prima. Quanto poi alle altre sezioni susseguenti, dopo quella a cui fosse apposto l'impedimento, dovrebbe ciascuna di esse (posto che non si incontrassero inferiormente nuovi impedimenti) serbare l'altezza primiera, appunto come succederebbe se quella sezione a cui l'impedimento è adattato, fosse più angusta delle altre che seguono andando verso lo sbocco. Solamente nello scender dell'acqua dalla parte superiore impedita all'inferiore, non impedita si farebbe una cascata d'acqua, ma di sotto a questa equilibrandosi di nuovo l'acqua sopra il fondo orizzontale ripiglierebbe il suo corso, portando la superficie, o inclinata, o orizzontale, che fosse nella positura di prima. Quale poi dovesse essere la linea curva rappresentante le velocità delle diverse parti d'una sezione, o sia d'una perpendicolare di essa nelle sezioni impedite, dipenderebbe dalla qualità, e dalla situazione degli impedimenti.

(1) Può questo caso aver luogo anco ne' fiumi orizzontali, quando la superficie sia affetta di qualche grado di velocità dipendente o da discesa precedentemente fatta, o pure da una semplice pressione che le abbia comunicata la velocità predetta, come nel caso che il fiume non isgorgasse, come è solito dal labbro aperto della vasca, onde ha origine, ma da una luce sommersa sott'acqua nella sponda di essa, come si è detto nell'annotazione 3.ª del capo 5.°. Ma il caso più frequente è ne' fiumi inclinati, mentre in questi dipendendo le velocità dalla discesa, se AB (*fig.* 66.) sarà il livello dell'acqua nel ricettacolo, onde ha origine il canale CED, la cui superficie corrente sia MKFN, prolungata la perpendicolare EF, che è l'altezza dell'acqua in una delle sue sezioni, fino al detto orizzonte in B, e descritta coll'asse BE, e col vertice B una parabola BIG, tirando per F l'applicata FI, sarà l'arco parabolico IG, quello a cui termineranno le velocità di tutti i punti della perpendicolare EF, purchè le dette velocità non siano state scemate dagl'impedimenti. Ove è da avvertire, che si potrebbe eziandio ne' fiumi inclinati considerare le sezioni perpendicolari non già al fondo, come le considera il nostro autore, ma all'orizzonte come il p. ab. Grandi nel suo trattato del movimento delle acque. Come se dal punto del fondo E

circonferenza di una parabola intera; ma ancora in quelli ne' quali le velocità di una perpendicolare sono terminate, di sua natura dall'arco d'un segmento parabolico. Da ciò rendesi manifesto, che non mutandosi la quantità dell'acqua somministrata dal fonte, sempre (1) le somme delle velocità saranno eguali fra loro, dovendo sempre equivalere alla parobola ABC, ma le altezze potranno essere disuguali, se si varierà la velocità media di tutta la sezione; e perciò come si è dimostrato *nel primo libro della misura delle acque*, le quantità delle acque sono proporzionali alle somme delle velocità di tutta la sezione; e parimente sono in proporzione, composta di quelle delle sezioni, e delle velocità medie delle sezioni medesime; e ciò è vero, o sia impedita, o no la velocità dell'acqua.

Per accostarsi più da vicino a ciò, che abbiamo in animo di spiegare, intendasi correre l'acqua con le velocità della parabola BAC (*fig.* 42.) e suppongasi, che per lo sfregamento del fondo, l'acqua sia impedita; e sebbene abbia un'altezza che possa produrre tutta

---

si alzasse la linea verticale EK, e si prolungasse fino al detto orizzonte in P, e quindi sopra PE come asse si descrivesse col vertice P una parabola, anche in questa l'arco che resterebbe compreso fra le ordinate al detto asse tirate per li punti E del fondo, e K della superficie sarebbe il termine, o come suol dirsi la scala delle velocità di ciascuna parte dell'acqua fra E, e K.

Per applicare dunque al caso de' segmenti parabolici, ciò che l'autore ha poc'anzi detto delle parabole intere, se supporremo che giunto il fiume inclinato CMFE, alla sezione EF, le velocità tra E, ed F venissero ritardate, talchè più non terminassero all'arco parabolico GI, ma a cagione d'esempio alla curva ST, certo è, che non potendo tutta l'acqua del fiume smaltirsi sotto l'altezza EF, converrebbe che si alzasse come fino in R, per modo che le velocità che in tali circostanze potrebbe concepire quella sezione fra i punti F ed R, terminassero anch'esse ad una curva SQ, la quale insieme coll'altra ST chiudesse lo spazio SQRF eguale al difetto STGI dal trapezio parabolico FIGE, onde lo spazio totale RQTE uguagliasse lo spazio EGIF, se pure al crescer dell'altezza della sezione non si facessero alquanto maggiori anco le velocità tra F, ed E; nel qual supposto la curva ST si cangerebbe, accostandosi alquanto più ad IG, e l'alzamento FR riuscirebbe un poco minore, cangiandosi però eziandio qualche poco l'altra porzione di curva QS, e ciò non potrebbe succedere se non quando ad uguagliare il difetto STGI, si richiedesse maggior altezza, di quella che può bastare a produrre colla sua pressione tra F ed E una velocità media, eguale alla media fra tutte le comprese nello spazio FSTE, secondo le cose stabilite nel capo 4.°. Intorno alla natura della curva QST vedi più sotto un'altra annotazione di questo capo.

(1) Cioè a dire dovendo sempre equivalere ad uno spazio costante, o sia questo espresso per una parabola, o per un segmento parabolico nel modo ora spiegato; e la necessità di tale equivalenza è manifesta, perciocchè le somme, o i complessi delle velocità debbono sempre rappresentare una stessa costante quantità d'acqua, cioè quella che il fiume scarica in un medesimo tempo per ciascuna delle sue sezioni.

la velocità BC; nondimeno, detratta la forza degl'impedimenti, non produca che la BD, e così restino sminuite tutte le velocità superiori, ma sempre meno, dimanierachè le velocità così impedite, terminino alla curva AED: egli è ben evidente, che essendo levata dalla parabola la parte AEDC, non potrà coll'altezza AB, avere l'acqua tutto lo sfogo che l'è necessario; ma bisognerà che si elevi, v. g. in N; imprimendo dunque con tale accrescimento di altezza maggiore velocità a tutte le parti dell'acqua sottoposte, accrescerà la BD, v. g. in P; e tutte le altre proporzionalmente, in maniera che coll'elevarsi che farà successivamente l'acqua, e coll'accrescersi nel medesimo tempo le velocità dell'acqua inferiore; alzata che sia l'acqua in N, si sia fatto l'accrescimento ANO, eguale al difetto POC, sarà dunque la linea NOP quella che regolerà le velocità impedite della perpendicolare NB, e che più, o meno varierà dalla natura della parabola, secondo che maggiori, o minori saranno gl'impedimenti del fondo.

(1) Di nuovo mettendo a conto quello che può nascere dalla viscosità dell'acqua; perchè a cagione di questa, le parti più veloci aggiungono della velocità alle meno veloci, perdendone esse altrettanta; ne segue, che le parti più veloci, v. g. XY (*fig.* 43.) resteranno veloci come XZ, e che si toglierà la convessità della linea NOP, la quale perciò nella parte superiore OV sarà sensibilmente una linea retta, che esprimerà la velocità che riceve l'acqua comunicatale dalle parti inferiori più veloci; e molte volte acquistata dall'acceleramento per la discesa, come si è detto *nel cap.* 4. Tale trasformazione di linea dee succedere dimaniera, che la figura NVZSB sia eguale alla NYPB, e conseguentemente alla parabola BAC; ma non si dee mutare l'altezza NB; posciachè quella causa medesima, che aggiunge

(1) L'altezza NB della *fig.* 43. a cui questo passo si riferisce, si vuole intendere eguale all'altezza NB della 42 (benchè ciò nelle figure sia male espresso) corrispondendosi fra loro nell'una, e nell'altra i punti N, N, come pure i punti B, B, e la curva NOP dee parimente essere la medesima nell'una, e nell'altra; perciocchè l'intendimento dell'autore è di mostrare come le velocità, che senza gl'impedimenti avrebbe l'acqua corrente sotto l'altezza AB della *fig.* 42. e che vengono rappresentate per la parabola ABC, trovandosi raffrenate dagli impedimenti, i quali di loro natura sarebbero atti a ridurre la scala delle velocità al solo spazio AED, si ristorino mercè l'alzamento AN, che dovrà seguire di quella sezione, talmente che se non fosse l'aderenza delle parti dell'acqua, le velocità verrebbero a terminare alla curva NOP, e a comprendere lo spazio NOPB, eguale alla parabola ABC, ma attesa la detta aderenza vengono obbligate (senza cangiar punto l'altezza acquistata NB) a ridursi alla curva VOS della *fig.* 43. eguale anch'essa alla detta parabola, o sia allo spazio NOPB dell'una, e dell'altra figura, e con ciò a toglier in parte la convessità della curva NOP, a cui senza la predetta viscosità si sarebbero ridotte.

velocità ad una parte, altrettanta ne toglie ad un'altra. Ecco adunque in qual maniera gl'impedimenti, e le circostanze alterano la linea regolatrice delle velocità, che prescindendo da ogni impedimento, e supponendo una perfetta fluidità nell'acqua, dovrebbe essere parabolica, o un segmento della medesima, quando vi abbia luogo l'accelerazione della discesa per lo pendio dell'alveo.

Tre adunque *sono i casi secondo i quali si regolano le velocità delle acque correnti*. Il primo è (1) *quando il fondo del canale è orizzontale;* ed in questo caso *la linea regolatrice*, parlando teoricamente, *dovrebbe essere perfettamente parabolica;* e (2) praticamente, la figura che forma la somma delle velocità, sarà sempre eguale ad una semiparabola, ed avrà l'asse tanto maggiore, quanto le resistenze del fondo, e delle sponde saranno maggiori; con questa regola, che le predette linee regolatrici, s'accostino sempre più alla natura della parabola, quanto minori sono gl'impedimenti. (3) Quindi è che *se le* predette *resistenze* saranno disuguali, *e maggiori nel principio, minori*

---

(1) Conviene ristrignere questa asserzione a' soli casi di que' canali, che nelle annotazioni del capo 5.° abbiamo chiamati perfettamente orizzontali, cioè ne' quali la superficie è veramente senza alcun moto, potendo darsi che supposto ancora il fondo orizzontale la superficie corra con notabile velocità, e ciò non meno in caso che essa sia paralella al fondo, che essendo inclinata, e allora la velocità terminerebbe ad un segmento di parabola, come si può dedurre da ciò, che distinguendo le diverse circostanze, e posti sempre da parte gl'impedimenti, nel detto luogo si è dimostrato.

(2) Cioè a dire sarà sempre eguale a quella semiparabola, che avrebbe per asse l'altezza sotto cui potrebbe passare tutta l'acqua, per quella sezione se punto non fosse impedita, la qual altezza sempre è minore di quella, per cui vi passa essendo impedita, e l'asse di tal figura, cioè l'altezza dell'acqua sarà tanto maggiore, quanto maggiori saranno le resistenze. Da ciò segue, che quando la figura predetta delle velocità fosse anch'essa esquisitamente un'altra semiparabola il parametro di essa, sempre sarebbe minore di quello della parabola, a cui terminerebbero le velocità libere; non potendo due parabole, che abbiano l'asse su la medesima retta, e la base parimente su un'altra retta comune, esser eguali fra loro, se non si tagliano, nè potendo tagliarsi, se quella il cui vertice è più lontano dalla base, non è meno ampia, cioè a dire di minor parametro dell'altra.

(3) Questo si dee verificare, se non erro in ogni caso possibile di fiumi con fondo orizzontale, e abbiano essi la superficie in tutto, o in parte orizzontale, o inclinata, o qualunque sia la positura dell'orizzonte dell'alveo, cioè o sia questo più alto, o più basso del pelo del recipiente, anzi può servir di regola generale eziandio per li fiumi di fondo inclinato, purchè tutto steso in un piano, e con larghezza uniforme. Imperocchè gl'impedimenti di qualunque natura si suppongano, e qual siasi la cagione da cui dipendono, sempre equivagliono in ordine all'effetto, che ponno produrre nel corso dell'acqua a diminuzione di larghezza nelle sezioni impedite; e però siccome un fiume, le cui sezioni fossero di mano in mano più larghe andando verso lo sbocco, porterebbe il pelo d'acqua

nel fine dell' alveo, dovrà andarsi diminuendo l' altezza dell' acqua; la cui superficie, perciò sarà inclinata dalla parte del corso: (1) ma *se le* medesime *resistenze continuassero sempre d' una maniera uniforme, sarebbe necessario che l' altezze dell' acqua sopra il fondo del canale fossero per tutto eguali, supposta eguale larghezza di tutte le sezioni*; e per conseguenza, che la superficie dell' acqua fosse paralella al fondo, ed anch' essa orizzontale.

Il secondo caso è, *quando il canale si trova inclinato, e di maniera, che correndo l' acqua per esso, acquisti velocità maggiore, tanto in superficie, che nel fondo*; ed allora *la somma delle velocità*, parlando pure teoricamente, *sarà un segmento parabolico tagliato da una parabola, il cui asse sia la perpendicolare della sezione prolungata sino all' orizzontale del principio dell' alveo*: (2) ma *mettendo a conto le resistenze*, secondo la diversa attività di queste, acquisterà diversa

---

di mano in mano più basso, cioè a dire inclinato a seconda del corso, così pure dovrà egli fare, ove essendo le larghezze eguali, ritrovi gl' impedimenti gradatamente minori.

(1) In questa asserzione, stimo che l' autore intenda di comprendere solamente que' fiumi che hanno non pure il fondo, ma eziandio la superficie orizzontale, i quali si è veduto nel capo 5.° essere possibili in natura, e de' quali soli ha egli dimostrato le proprietà nel suo libro della misura delle acque correnti. In questi dee esser vero, che le resistenze, o sia gl' impedimenti sempre continuati d' una maniera uniforme, non farebbero che la superficie divenisse mai altro che orizzontale; ma ove si trattasse di alvei orizzontali con superficie inclinata (casi anch' essi possibili, come ivi si è mostrato) non veggo che l' egualità, o uniformità degl' impedimenti dovesse necessariamente produrre questo effetto, di togliere alla superficie ogni pendenza, e renderla orizzontale.

(2) Parla quì l' autore de' canali inclinati, nel qual caso già si è detto, che la scala delle velocità di sua natura dovrebb' essere un segmento parabolico EGIF (*fig.* 66.). Se dunque supporremo che un tal canale incontri delle resistenze, che ne scemino le velocità, e ne facciano alzare la superficie F, a cagion d' esempio, fino in R, onde le velocità attuali della sezione ER (le quali velocità rispetto alla parte inferiore FE, si vogliono supporre non punto accresciute per l' alzamento FR) terminino alla scala QST, sarà questa la curva di cui intende parlare in questo luogo l' autore, e di cui dice, che acquisterà diversa natura secondo la diversa attività delle resistenze, senza determinar altro intorno ad essa.

L' Ermanno nel libro 2 della foronomia al §. 420. mettendo a conto que' soli impedimenti, che l' acqua riceve dalle asprezze uniformi del fondo, e delle sponde in quella sola sezione di cui si tratta (senza aver riguardo alle diminuzioni di velocità già seguite per l' incontro di altri eguali, o talvolta maggiori ostacoli nelle sezioni superiori) e prendendo per ipotesi, che ciascuna delle dette due cagioni, operi in ogni parte dell' acqua con resistenze, che siano in ragione delle velocità attuali di esse parti, ricerca la natura della curva, o scala delle velocità TSQ, e trova di bel nuovo una parabola, ma il cui asse non è sulla retta EB, ma sopra una paralella ad essa più vicina all' origine del fiume, e il vertice resta superiore al livello dell' origine AB. Ma l' incertezza che egli medesimo confessa di tale ipotesi, e il non aver egli considerato poter essere la velocità

natura; e *bisognerà sempre che le linee delle velocità* d'una perpendicolare, *formino una figura eguale al detto segmento;* quando poi le resistenze continuassero sempre le medesime, allora, o il canale sarà ridotto all'equabilità, o no: se l'acqua del canale sarà resa equabile, continuerà anche la medesima altezza dell'acqua, la cui superficie perciò sarà paralella al fondo; ma se potrà ancora accelerarsi, scemerà a poco a poco l'altezza dell'acqua medesima, sino al termine dell'acceleramento.

---

già scemata nel tratto superiore della discesa, fanno che in pratica non possa il suo metodo essere di alcun uso.

Parmi dunque che più s'accosti al giusto la dottrina del padre abate Grandi, il quale nella proposizione 30 del libro 2 del movimento delle acque, figurando un' orizzontale come VL tanto più bassa del livello dell'origine del fiume AB quanto richiede la diminuzione della velocità della superficie R, da quella che senza gl'impedimenti avrebbe acquistata per la sua discesa totale da AB fino in R, vuole che il predetto orizzonte VL, che egli chiama *origine equivalente del fiume* dia regola alle velocità di tutti gli altri punti della sezione, facendole terminar di nuovo ad una parabola, il cui asse coincida colla perpendicolare della sezione, e il vertice sia nel detto orizzonte dell'origine equivalente. E però se le sezioni si prenderanno, come il sig. Guglielmini le prende perpendicolari al fondo (perocchè il padre Grandi suol farle perpendicolari all'orizzonte) sarà la curva TSQ un arco di parabola, il cui asse sarà nella retta ER, e il vertice in V, e questa parabola sarà, secondo che egli suppone, la medesima che la BIG, la quale rappresenterebbe le velocità intere della discesa senza gl'impedimenti, riuscendone solamente diversa di posizione.

Seguendo questa ipotesi se supporremo nota la linea BR, che determina la distanza della superficie della sezione dall'orizzonte dell'origine reale del fiume B, e se inoltre ci sarà nota con qualche artificio la velocità attuale della detta superficie in R, cioè lo spazio, che colla detta velocità si può scorrere in un tempo dato, come d'un minuto, per trovare il punto V dell'origine equivalente, si tirerà RQ perpendicolare ad ER, ed eguale al detto spazio, e si descriverà col vertice B la parabola BIG di tal parametro, che le sue applicate, come EG sieno eguali agli spazj, che rispondono in un minuto di tempo alla velocità dell'acqua che esce da un vaso sotto le altezze delle ascisse BE. Quindi tirando per Q la retta QZ paralella ad RB, la quale incontri la parabola BIG in Z, e per Z la ZH ordinata all'asse BR, e per fine prendendo di sopra ad R la retta RV eguale ad HB, sarà il punto V l'origine equivalente del fiume, e da esso come vertice si descriverà all'asse VE col medesimo parametro di prima la parabola VQST, il cui segmento RQTE esprimerà le velocità attuali dell'acqua fra R, ed E, e sarà eguale al segmento delle velocità intere IFEG. La medesima construzione si può adattare a' fiumi orizzontali, ne' quali la superficie corra con qualche considerabile velocità originata da antecedente discesa, o pressione, e si supponga ritardata da impedimenti incontrati. Ma per la pratica senza cercare l'origine reale B del fiume, basterà sapere mediante sperienze ben certe quanta sia l'altezza dell'acqua, che risponde allo spazio RQ dovuto alla velocità della superficie del fiume, la quale velocità si suppone osservata, e tanta sarà la retta RV, che determina il punto V vertice della parabola da descriversi per lo punto Q intorno all'asse VE.

Il terzo caso ch'è il più frequente, e tanto che ne' fiumi rassettati di corso, può quasi dirsi universale, si ha quando, benchè il fiume sia qualche poco declive, ha però tale altezza viva, che può dare la velocità alle parti inferiori dell'acqua; ma le superiori scorrendo al basso per una linea declive, egualmente che il fondo dell'alveo, si vanno qualche poco accelerando; dimanierachè le velocità, parte sono dovute alla pressione delle superiori, parte all'accelerazione; e quì è evidente, che (1) *supposta* AB (*fig.* 44.) *l'altezza dell'acqua, e*

In questo discorso si prende per supposto, che le velocità di quella sezione, di cui si tratta, ancorchè impedita, e rialzata di superficie, debbano necessariamente essere in tal guisa distribuite in ciascuna parte dell'acqua, che terminino ad un arco di parabola, e della medesima parabola, a cui terminerebbero nelle sezioni libere, del che eziandio pare si possa dubitare, potendo gl'impedimenti essere per avventura così ineguali, e così inegualmente applicati alle diverse parti di una stessa perpendicolare, che la scala delle velocità non debbá serbare una tal figura, ciò non ostante la sostituzione che si fa d'un'origine equivalente in luogo della reale, corrispondendo in qualche modo alla diminuzione della velocità della superficie cagionata da tutte le resistenze superiori, parmi ben pensata, e per altro ove nella sezione non concorresse altro impedimento, che quello de' soffregamenti, stimerei che ciò non dovesse alterare di molto la figura parabolica della scala delle velocità, se non nelle parti più vicine al fondo, e nelle perpendicolari della sezione, che sono accanto le sponde.

Maggior difficultà parmi che sia in un altro supposto, che pur convien fare; cioè, che data la velocità della superficie R, per l'osservazione si possa sapere la discesa VR, dall'origine equivalente V, a cui tal velocità corrisponde, non potendosi, come più volte abbiamo avvertito, affidare in ciò nè della tavola data dal sig. Guglielmini, nè d'alcun'altra sperienza fatta ne' vasi, per le ragioni dedotte nel capo primo, e nel quarto; e per ciò se al fiume, o canale di cui si tratta, fosse possibile adattare un regolatore, sarebbe questo il miglior modo per accertarsene, mentre calando la cateratta fino alquanto sotto il punto della superficie R, l'acqua si dovrebbe elevare dalla parte superiore, alla cateratta appoggiandosi ad essa; e allora rialzando questa di nuovo a poco a poco, e fermandola in sito, che colla parte di sotto rispondesse al punto R della primiera superficie, dovrebbe ciò non ostante l'acqua trattenuta restare alquanto alta sopra il detto punto R, e ridotta che fosse allo stato di permanenza, dovrebbe precisamente equilibrarsi nelle ipotesi dell'autore all'orizzonte LV, e segnare colla sua superficie nella cateratta il punto V, cioè l'origine equivalente del fiume, e il vertice della parabola VQST rappresentante le velocità della sezione RE, secondo il discorso predetto.

(1) A maggior dilucidazione di quanto espone quì l'autore nel terzo caso, che egli reputa il più comune, anzi ne' fiumi rassettati di corso quasi universale, cioè quando essendo il fiume qualche poco declive, tuttavia le sue sezioni hanno tale altezza viva (acquistata di mano in mano coll'alzamento seguito della superficie, per gl'impedimenti incontrati nel tratto superiore) che possa imprimere qualche grado di velocità alle parti inferiori dell'acqua delle dette sezioni, ma non così alle superiori, serbando queste solamente quel grado che loro è restato per la discesa fatta; sia AB quell'altezza sotto cui in tale stato corre la sezione, e sotto cui seguiterebbe tuttavia a correre, se non le si affacciassero nuovi ostacoli

D *il termine delle velocità terminanti alla parabola* EC, dimodochè DE sia la medesima, o si consideri fatta dall'accelerazione, o dalla pressione; *le velocità tra* D, *e* B *termineranno al segmento* EC; *e le altre tra* A, *e* D *termineranno ad un altro segmento parabolico* FE; ma considerando gli effetti delle resistenze ec. a due segmenti delle linee di sopra enunciate: siccome adunque in questo caso la somma delle velocità sarebbe la figura BAFEC, così togliendosi l'effetto dell'accelerazione, cioè AFE, bisognerà che l'altezza AB, si faccia maggiore, quel tanto che basta a compire una parabola intera, eguale alla predetta figura; il quale accrescimento però sarà insensibile, perchè con la nuova altezza, aggiungendosi velocità a tutte le parti dell'acqua, la parabola si renderà più ampia, ed in gran parte supplirà con l'ampiezza, e nel resto con l'altezza al difetto AFE.

---

atti a scemarne la velocità, e pongasi che le parti superiori dell'acqua da A fino in D abbiano ritenuti tali gradi della velocità acquistata per la discesa, che la velocità del punto D, sia per l'appunto eguale a quello, che può produrre l'altezza AD. Espressa dunque la velocità del punto D, per la retta DE perpendicolare alla AB, se intorno all'asse AB si descriverà per lo punto E la parabola AECB, siccome la velocità DE vien prodotta dall'altezza AD, così ogni altra velocità de' punti fra D, e B non potrà esser maggiore di quella, che possa produrre l'altezza della superficie A sopra quel punto, onde tutte le velocità di sotto D si dovranno riconoscere come effetto della detta altezza, e la scala delle velocità dal punto E in giù sarà la parabola EC, o poca diversa da essa, come di sopra si è mostrato nel primo caso. Ma quanto alle parti superiori fra A, e D, le velocità delle quali si suppongono dipendere dalla discesa, termineranno queste per le cose dette nel secondo caso, almeno a un dipresso ad un segmento parabolico FE, il cui vertice sarà situato in qualche punto dell'asse BA di sopra ad A, e sarà quello che chiamasi origine equivalente del fiume. Tali dico sarebbero le due curve rappresentanti le velocità delle parti AD, DB, se per un momento s'intendessero durare nel loro stato; ma opponendosi a ciò la resistenza degl'impedimenti, che di bel nuovo si suppone incontrarsi dal fiume in quella sezione obbligheranno l'acqua ad alzarsi; e se la resistenza sarà tale da distruggere del tutto le velocità della discesa (come l'autore suppone in questo luogo) dovrà l'alzamento AG essere tanto, che la somma delle velocità, le quali in tale stato potrà concepire ciascuna parte dell'acqua nella sezione rialzata, compisca un'intera parabola eguale alla figura AFECB, come BGK; il quale accrescimento egli chiama tuttavia insensibile, perciocchè per poco che sia, aggiugnendosi velocità a tutte le parti dell'acqua, la parabola BGK sarà più ampia della AEC, e in gran parte supplirà coll'accrescimento delle velocità, e nel resto coll'altezza al difetto AFE; ma se la resistenza predetta non sarà bastante a distruggere affatto la velocità della discesa delle parti superiori, allora dovrà nella superficie G (*fig.* 67.) della sezione rialzata, e nelle parti vicine ad essa restar tuttavia qualche poco di velocità, onde esprimendo questa per la retta GV dovrà la GV chiudere la figura curvilinea GVKB eguale alla AFECB, e la curvatura VK sarà di nuovo composta di due archi parabolici VT, TK, il primo de' quali VT sarà la scala delle velocità della discesa ressidue nel punto G, e negli altri vicini alla superficie, e questa parabola avrà il vertice in un punto come R, superiore a G,

Tutto ciò si è detto, non solo per dimostrare la maniera colla quale, secondo le diverse circostanze, si dispongono le velocità di una perpendicolare d'un'acqua corrente, nell'uscire da' ricettacoli delle proprie fonti, nel che non è ella sottoposta alla moltiplicità degl'impedimenti, che in altri luoghi fanno perdere l'uso a tutte le regole; ma ancora per far vedere, come possano coerentemente a' nostri principj spiegarsi l'esperienze, colle quali altri hanno trovate l'acque più veloci in superficie, che nel mezzo, e nel fondo; altri più veloci nel mezzo, che nel fondo, e nella superficie; ed altri più veloci nel fondo, che in altro luogo; poichè quantunque quest'ultimo sia più coerente alla natura dell'acque, ponno però essere vere per accidente, e per l'efficienza degl'impedimenti, e delle circostanze l'esperienze sopra dette; (1) siccome per lo più è vero in fatti, che l'acque de' fiumi sono più veloci nel mezzo, che in altri luoghi.

---

e posto nella medesima retta BG, che sarà per un tale stato l'origine equivalente del fiume, e l'altro arco TK sarà la scala delle altre velocità delle parti inferiori della sezione, e questa avrà il vertice in G; avvertendo solo, che tanto nell'uno, quanto nell'altro supposto l'ineguale distribuzione, e la diversa positura delle resistenze predette, non lascierà che le scale delle velocità serbino esattamente le dette figure paraboliche, come già si disse nelle note antecedenti.

Da ciò si raccoglie, che quando nel proseguimento del corso del fiume, la diminuzione delle velocità della discesa è divenuta assai grande, le due parabole VT, TK si potranno riguardare come una sola, la quale abbia il suo vertice, o nel punto della superficie G, o nel punto R, che insensibilmente nè sarà lontano, nè si potrà commettere grave errore, scambiando uno per l'altro questi due punti, e riconoscendo tutta la velocità della sezione della sola altezza, come si disse nel capo 4.°

(1) Di molto uso sarebbe nella pratica avere metodi ben sicuri per misurare le velocità di ciascuna parte dell'acqua delle sezioni de' fiumi, perocchè ciò servirebbe, o di riprova, o di eccezione alle ipotesi, che or l'una or l'altra si assumono in ordine ai principj delle dette velocità, e alla distribuzione di esse, o sia nelle diverse perpendicolari d'una medesima sezione, o sia nelle diverse profondità d'una stessa perpendicolare. Il padre ab. Grandi nel libro primo del suo trattato del movimento delle acque enumera varj artifizj sopra ciò inventati dagl'Idrometri. Per misurare la velocità della superficie, non si può gran fatto errare, misurando lo spazio corso in un tempo noto da un galleggiante gettato sopra di essa, purchè egli o niente, o insensibilmente sopravanzi la superficie, onde il vento non vi abbia sopra alcuna presa; ma per tal modo non si può conoscere altro che al più la velocità del filone, perocchè simili corpi, ancorchè posti fuori di esso, tosto a tardi vi si riducono, se non quanto alcuna volta distornandosene nelle varie direzioni, che egli va prendendo fra le tortuosità del fiume, lasciano dubbiosa anche questa determinazione. Il metodo di raccorre per un dato tempo l'acqua del fiume in un vaso nel quale entri per un foro or più or meno sommerso sotto la superficie, con quello strumento che propose il fu signor Giuseppe Antonio Nadi in occasione delle visite del Pò, e che il p. Grandi chiama fiasca idrometrica, ove le velocità siano raffrenate (come quasi sempre lo

Uscendo adunque l'acqua dalla vasca di un fonte per un emissario competente, troverà il canale, o orizzontale, o inclinato; e l'inclinazione, o sarà tale da permettere maggiore acceleramento a tutte le parti dell'acqua, o solo alle superficiali: ed in ognuno de' casi, già abbiamo detto in qual modo si debbano disporre le velocità di una perpendicolare. Queste velocità, non solo prendono la direzione delle sponde del canale, ma ancora quella del fondo del medesimo; ed essendo la natura dell'impeto, tale che impresso una volta in un

---

sono) da impedimenti inferiori, lascia un ragionevol dubbio intorno alla sua sussistenza, imperocchè intendendosi di cercare per simili esperienze le velocità attuali dell'acqua, cioè quelle che hanno le parti di essa in virtù della forza che le produce, modificata dalle resistenze degli ostacoli, quando all'acqua si presenta il foro per cui si fa sgorgare liberamente nel vaso, le si toglie ogni ostacolo, e le si lascia concepir di nuovo quella velocità che le può dare la forza movente (sia la pressione, o la discesa) senza alcuna resistenza. Ad una simile eccezione parmi di poter dubitare, che sia soggetto l'artificio suggerito (per quanto ho letto in un giornale) dal celebre sig. Pitot nel tomo del 1732 delle memorie dell'accademia reale delle Scienze, e consiste, se ben l'ho inteso, nell'osservare quanto si alzi entro il braccio verticale d'un tubo piegato l'acqua del fiume, che vi si fa entrare presentando alla corrente il braccio orizzontale del medesimo tubo, il qual braccio ora più, ora meno sia immerso sotto la superficie di quella sezione; ma non avendo per anco veduto quel tomo delle memorie, debbo sospendere sopra ciò il giudicio.

Rimane il metodo proposto dal nostro autore nel libro 2.° proposizione 9.ª della misura delle acque correnti (giacchè a questo si riducono tutti gli altri enumerati dal padre ab. Grandi nel luogo citato) e consiste nel determinare la deviazione dal perpendicolo cagionata dall'urto dell'acqua corrente nella palla d'un pendolo immerso entro di essa a diverse profondità; questa maniera viene comunemente approvata, comecchè si discovenga nel modo di dedurre dagli esperimenti le misure rispettive delle velocità, cioè la proporzione che hanno fra loro le velocità di due diverse parti dell'acqua, nelle quali sia stata osservata la deviazione del pendolo (poichè a tal'uso, e non ad altro fu inventato questo tale artificio, e per quello che riguarda le velocità assolute ne parleremo appresso.) Si può vedere quello che dopo il sig. Guglielmini nel luogo mentovato, ne ha scritto il sig. Varignon nell'opera postuma sopra il moto, e la misura delle acque correnti, il sig. Ermanno nella foronomia, il sig. di Gravesande nelle istituzioni della filosofia neutoniana, e il padre ab. Grandi nel libro 2.° proposizione 42. A me sembra, che quando il fiume sia orizzontale, o almeno assai poco inclinato all'orizzonte, onde si possa negligere la sua declività, come insensibile (come quasi sempre succede ne' fiumi naturali nelle pianure) le tangenti delle deviazioni dal perpendicolo, cioè (*fig.* 68.) le rette GI, GH, le quali sono note per la misura osservata degli angoli GEI, GEH trovandosi una volta la palla nella situazione A, e un'altra nella M, debbano stare fra loro, come i quadrati delle velocità dell'acqua nei detti due luoghi.

Imperocchè alzando per lo centro della palla in A, la linea verticale AD di lunghezza arbitraria, ed esprimendo per essa il peso rispettivo della palla (cioè, quello che le rimane di peso, quando ella è immersa nell'acqua) e tirando l'orizzontale DC, che concorra col filo EA, da cui la palla è sospesa nel punto C,

mobile, e cominciato ad esercitarsi verso una parte determinata, non si estingue mai, nè muta direzione, se ciò non sia a cagione degl' impedimenti incontrati; ne segue, che quanto a se, l'acqua continuerebbe a muoversi per la primiera direzione: ma perchè la di lei gravità la tiene sempre unita al fondo dell' alveo, ch' è la parte più bassa; perciò mutando il fondo declività (siasi, o maggiore, o minore) è d' uopo che l'acqua medesima muti la direzione, accrescendo, o diminuendo l'impeto, secondo le circostanze.

---

e compiendo il rettangolo DB, è noto per li principj meccanici, che la retta DC, o la AB, esprimerà la forza con cui l' acqua sostiene la palla nella positura in cui si è fermata, cioè nel angolo GEA. Similmente dal centro della palla sostenuta dall'acqua in M, alzando la verticale MN, eguale alla DA, per poter esprimere colla MN lo stesso peso rispettivo della palla, e compiendo il rettangolo NT, la retta MT esprimerà la forza dell' acqua a sostenere la palla in M nell' angolo GEM. Sta dunque la forza dell' acqua iu A alla sua forza in M, come AB ad MT. Ma prendendo per raggio la lunghezza DA, o sia CB nel sito A, e parimente la lunghezza MN, ovvero OT (eguale per la costruzione a DA) nel sito M, le linee AB, MT sono le tangenti degli angoli ACB, MOT, cioè degli angoli di deviazione dal perpendicolo GEA, GEM. Dunque la forza dell' acqua in A, sta alla forza dell' acqua in M come la tangente dell' angolo GEA, alla tangente dell' angolo GEM. Ora le forze che l' acqua mossa con diverse velocità esercita sopra una medesima palla, sono come i quadrati delle velocità, secondo quello che comunemente si ammette da' meccanici, e si dimostra dal padre ab. Grandi nella proposizione 43 del libro 2 (dovendo in fatti le dette forze essere proporzionali ai prodotti delle velocità nelle quantità d' acqua, che percuotono la palla in uno stesso tempo minimo, le quali quantità sono come le dette velocità.) Dunque le tangenti degli angoli GEA, GEM sono come i quadrati delle velocità dell' acqua in A, ed M.

Nella pratica di questo metodo danno qualche imbarazzo le direzioni diverse dell' acqua, che non cospirano molte volte colla direzione universale del fiume, o si considerino le dette direzioni di traverso ne' piani paralelli all' alveo, o dell' alto al basso ne' piani delle sezioni, massimamente ove si trovino delle larghezze, o delle profondità non vive; onde spesse volte si veggono cangiamenti incredibili dell' inclinazione del pendolo in pochissima distanza de' luoghi, specialmente ove la palla sia molto immersa, o pure essendo poco immersa, ove la superficie ondeggi alquanto; nè solo si trova cangiare come per salto l' inclinazione del perpendicolo, ma anco deviar il pendolo del piano dell' istromento, che dovrebbe cominciare, quando è rivolto a seconda del corso. Tutto ciò non ostante si preferisce comunemente una tal maniera di cercare le velocità rispettive delle acque, perchè non se ne sa una migliore.

Quanto alle misure assolute delle velocità trovasi annesso all' opera del signor Vallisneri sopra l' origine delle fontane a carte 223, un metodo del sig. Corradi per determinarle, mediante le stesse osservazioni de' pendoli immersi nell' acqua. Osserva egli, che la forza dell' acqua impellente in qualunque situazione M, equivale ad un peso P, che tirasse la palla per direzione orizzontale opposta alla direzione dell' acqua TM, il qual peso ad effetto di mantenere la palla nella declinazione dal perpendicolo GEM, in cui l' acqua la sostiene, dovrebbe per le cose dette stare al peso che ha la palla nell' acqua, come la tangente della

Se il fondo d'un alveo di fiume, fosse un piano perfetto, non darebbe esso alcun impedimento alle di lui direzioni; ma perchè particolarmente *frà le montagne, gli alvei de' fiumi sono assai scabri, comechè ripieni di sassi;* quindi è, che sebbene la direzione di tutta l'acqua è inclinata ad una sola parte; i moti però particolari della medesima si fanno quasi da tutti i lati; poichè l'incontro de' sassi la obbliga a divertire lateralmente da una banda, e dall'altra; ed incontrandosi queste direzioni, ne nascono certi, come bollimenti di

---

declinazione GEM al raggio, onde per l'osservazione dell' angolo GEM sarà noto il predetto peso P. Intendendo dunque un cilindro d'acqua che sia del medesimo peso trovato P, e che abbia per base il cerchio massimo della palla, vuole che l'altezza di questo cilindro (la quale si potrà calcolare, quando si abbia noto il peso d'una tal misura d'acqua v. g. d'un oncia cubica) sia quella altezza, la cui pressione potrebbe produrre quel grado di velocità, con cui l'acqna sostiene la palla nella detta inclinazione; e però supponendosi di poter calcolare sul fondamento di altre sperienze quanta sia la velocità assoluta, che corrisponde alla pressione dell'acqua sotto la detta altezza (egli si vale a tal uso de' numeri della tavola del nostro autore registrata nel fine del trattato della misura delle acque correnti) si verrà con ciò a sapere la velocità assoluta dell' acqua, con cui sostiene la palla in M. Ma oltre di che i numeri delle velocità, o sia degli spazj registrati nella predetta tavola, secondo le cose da noi dette in una annotazione del capo primo sono tutti minori del vero (e forse della metà in circa) non è bastantemente chiaro, che per essere il peso di quel tal cilindro d'acqua in equilibrio colla forza dell'acqua, che investe la palla, la velocità dipendente dalla pressione (o vogliasi dalla discesa) che conviene all'altezza di quel cilindro, sia appunto quella con cui l'acqua la investe, come in tal discorso si prende per supposto.

Il sig. di Gravesande nelle istituzioni della filosofia neutoniana al §. 376. trattando della resistenza che soffre un cilindro, il quale secondo la lunghezza del suo asse si mova entro un fluido, conchiude con un ingegnoso discorso essere la detta resistenza eguale al peso d'un altro cilindro composto della medesima materia fluida, colla medesima base del primo, e che abbia per altezza la metà di quella, da cui cadendo un corpo nel vacuo acquisterebbe quella velocità, con cui si move il cilindro, e lo stesso applica poi alle sfere nel §. 382. Dal che segue, che se al contrario la sfera starà immobile, e l'acqua si moverà contro di essa, la forza con cui la spingerà, sarà eguale al peso d'un cilindro d'acqua, che abbia per base il cerchio massimo della sfera, e la cui altezza sia la metà di quella, onde un corpo che cada nel vacuo, acquisti la velocità, con cui l'acqua si move; dal qual teorema si può dedurre (come poc'anzi si è fatto nel metodo del sig. Corradi) la velocità dell'acqua, ove per l'osservazione si abbia la declinazione del pendolo dal perpendicolo.

Non lascierò in questo proposito di far menzione d'un esperimento, di cui l'anno 1727 feci alcuni saggi per tentare di rinvenire con misure immediate, non pure le velocità rispettive, ma le assolute delle acque de' fiumi, cioè a dire di trovar lo spazio, che ciascuna parte di esse scorre in un dato tempo, parendomi che un sì difficile argomento non meglio illustrar si possa, che coll'esperienza. AB (*fig.* 69.) era una superficie d'acqua stagnante in una vasca lunga da cinque pertiche, e poco meno larga, sopra la quale a poca altezza si era teso in

acqua, e talora vortici; per la stessa ragione, dall'incontro de' sassi *in parte ristagnata, ed in parte ribattuta verso la superficie l'acqua corrente, cagiona un gonfiamento nella propria superficie*, il quale sta in un continuo disfarsi, e ripararsi, il quale pure in poca altezza di corpo d'acqua, può passare per uno spezzamento di onda; ma *quando l'acqua è assai alta, non si rompe già la di lei superficie, ma si ripiega con un continuo, e stabile ondeggiamento*. Per maggiore intelligenza di ciò, suppongasi che la linea FA (*fig.* 45.) sia il

---

positura orizzontale, e saldamente raccomandato da amendue i capi della lunghezza, un filo di rame cotto CD, il quale passando per li due anelletti pur di rame E, F teneva sospeso per essi un leggerissimo semicircolo GHI cavato in una assicella piana, e sottile, talchè il diametro di esso GI fosse anch'egli paralello all'orizzonte, e il punto H de' 90 gradi contati da G, o da I stesse a piombo sotto il centro K della divisione. Era un altro filo MI di seta attorta legato al lembo del semicircolo verso I, il qual filo si facea passare sopra un cilindro M, a guisa di subbio, per modo che la retta MI si stendesse orizzontalmente, e nel medesimo piano del semicircolo GHI, e il detto cilindro M era fermato in tal sito stabilmente da un capo della vasca. Girando con un manubrio il cilindro M si avvolgeva ad esso il filo MI, che tirava seco il semicircolo, scorrendo questo per mezzo degli anelletti E, F lungo il filo CD, da C verso D. Dal centro del semicircolo K pendeva un perpendicolo KP, che portava una palla di piombo P altamente immersa nell'acqua AB; onde movendosi il perpendicolo al moto dal semicircolo, la resistenza dell'acqua lo facea deviare dalla linea verticale KH dalla parte contraria al detto moto; il quale quando riusciva di render equabile, avvolgendo sempre coll'istessa celerità il filo IM intorno al subbio M, l'angolo di deviazione HKP dovea mantenersi, e in fatti si manteneva non ostante il moto dello strumento, sempre d'una stessa misura (maggiore tuttavia, o minore, secondo che in una, o in un'altra esperienza si variavano le velocità del moto predetto) onde nel passare che faceva la macchina davanti agli occhi di chi era sulla sponda della vasca, bastantemente si distingueva il numero de' gradi HO indicato dal filo KP, i quali gradi erano notati sul lembo del semicircolo con segni neri, e ben visibili. Solo era da avvertire, che siccome prima di cominciare a tirare il filo MI, e con esso tutto l'ordigno, il perpendicolo KP pendeva immobilmente nel sito verticale KH, così al cominciare il detto moto, non poteva acquistar subito tutta quella inclinazione HO, che quella tal velocità richiedeva, ma solo vi si riduceva dopo avere lo strumento corso qualche spazio, nè più poi se ne distoglieva, purchè il moto fosse equabile, e parimente nel fine del moto non si rimetteva il pendolo sulla linea verticale *kh*, se non alquanto dopo che il moto si era arrestato; e però si erano notati sulla sponda della vasca due punti V, Z, in diritto de' quali, quando passava il centro dello strumento, si era sicuro per prova fattane, che il filo era nella sua inclinazione permanente. Nè tacerò, che il filo del perpendicolo KP era doppio, e i due capi di esso pendevano in mezzo il piano del semicircolo, da cui stavano un poco discosti, e si riunivano poi nella palla P, il cui centro veniva con ciò a moversi sempre nel piano del semicircolo, e de' fili CD, IM. Notavasi dunque con un orologio a pendolo, il tempo in cui il centro del semicircolo scorreva lo spazio VZ, la cui lunghezza si era misurata col passetto, al quale spazio era necessariamente uguale lo spazio *Kk* descritto nel detto tempo dal centro dello strumento, e lo spazio P*p* scorso

fondo di un fiume, per lo quale scorra l'acqua, la cui superficie sia DE, e sia detto fondo così inclinato, che l'acqua arrivata in E, abbia un impeto, o velocità dovuta alla discesa GE; ed ivi ritrovi l'impedimento AB, il quale faccia angoli ottusi colla direzione DE; ed in oltre sia la di lui altezza perpendicolare molto minore della GA, e la lunghezza tale che possa essere scorsa, non ostante gl'impedimenti, per virtù dell'impeto prima conceputo dall'acqua. Ciò posto arrivata che sia l'acqua in E, non v'ha dubbio, che incontrando l'ostacolo AB, non sia per ritardarsi, ma non interamente; onde conservando qualche parte del proprio impeto, potrà scorrere per l'acclività AB, ed anche sormontarla, sinchè trovando la discesa libera per BC, possa continuare il suo corso. In questo caso egli è evidente, che sebbene una porzione di acqua ricadesse da B in E, ciò però non ostante, la forza di DE di nuovo la rispingerebbe verso B, e se a tanto non bastasse, una parte ristagnerebbe nella concavità E, e facendo crescere l'altezza sino ad AH, abbrevierebbesi, e renderebbesi meno acclive la strada HB, la quale finalmente potrebbe essere scorsa dall'acqua, mediante l'impeto acquistato per la discesa DH. Quindi è manifesta la ragione, per la quale *quando un fiume di tal sorte incontra un ostacolo, si alza la di lui superficie sopra l'ostacolo medesimo, più di quella che le sta attorno; e se l'ostacolo è continuato da una ripa all'altra*, come sarebbe una chiusa, o pescaia, *tutto il fiume corre in qualche parte all'insù*, prima anche di arrivare all'ostacolo, sopra del quale sta a perpendicolo la maggior altezza

---

dal centro della palla. Il rapporto dello spazio, e del tempo dava la velocità assoluta della palla corrispondente all'inclinazione notata HO.

Da ciò era facile inferire, che se all'incontro si fosse tenuto fermo lo strumento sopra l'acqua corrente, onde la forza di questa avesse fatto deviare la medesima palla dalla linea a piombo della stessa quantità HO, la velocità assoluta dell'acqua corrente sarebbe stata la medesima, che quella della palla nell'acqua stagnante, e per tal modo dopo diverse prove fatte in acqua stagnante, sempre colla medesima palla dandole diverse velocità, e notando le inclinazioni del pendolo, si avrebbe avuto uno strumento atto a misurare le velocità assolute delle acque de' fiumi. In quelle che se ne fecero nella detta vasca le tangenti delle inclinazioni HO furono sempre assai esattamente proporzionali ai quadrati delle velocità.

Dava qualche incomodo nella pratica di tali sperienze il peso dello stesso semicircolo colla palla annessavi, che obbligava il filo CD ad incurvarsi, e a fare un poco di catenaria, onde il semidiametro HK si spiombava alquanto, e l'osservazione dell'arco HO era soggetta a un poco d'errore, ma così a questo come alla maniera di rendere ben equabile il moto si sarebbe provveduto con altri congegni, se altre occupazioni non mi avessero distolto dal proseguire tali sperienze, le quali quantunque imperfette ho voluto indicare, affinchè se altri le stimassero di qualche utilità abbia campo di perfezionarle.

del corso acclive: e questa è una eccezione alla regola, *che l'acqua sempre corra al basso*.

Da ciò che si è detto sin ora, si può desumere un indizio per conoscere, se un fiume corra per impeto preconceputo: e si avrà dall'osservare, *se incontrando degli ostacoli nel fondo, s'alzi la di lui superficie sopra di essi;* poichè egli è certo, che *la forza della sola altezza non può fare ribalzare l'acqua, più alto della superficie regolare del fiume;* essendo eguale il contrasto dell'acqua superiore alla forza del ribalzo; e da ciò pure deriva, che posti gli ostacoli medesimi del fondo, in diverse altezze dell'acqua, non sono eguali *i gorgogliamenti della superficie*, i quali sempre *sono maggiori in acqua bassa, che in piena di fiume;* posciachè non dipendendo l'impeto dell'acceleramento dall'altezza dell'acqua, ma solo dalla quantità della discesa; resta egli invariato, sia alto, o basso il fiume: ma per lo contrario, *la resistenza che fa all'acqua ribattuta verso la superficie il corpo della medesima, è maggiore, quando altresì è maggiore l'altezza dell'acqua;* il perchè è necessario che allora succeda più sensibile l'effetto, quando la resistenza al risalto dell'acqua è minore, cioè quando il fiume è più basso; ond'è, che per eleggere i guadi sicuri, si ha risguardo a' luoghi, ne' quali l'acqua risentendo le asprezze del fondo si frange: segno della minore altezza in que' luoghi; e si sfuggono quelli, ne' quali il fiume sembra correre più eguale; poichè ivi è sempre maggiore profondità.

Tutto il contrario succede a quegl'impedimenti che spuntano fuori dell'acqua, come sono le ripe de' fiumi; poichè *non tanto s'alzano le acque vicino a' froldi, in fiume basso, quanto nella piena di esso;* e la ragione si è, perchè quando il fiume è pieno, maggior copia d'acqua viene impedita, e perciò dee maggiormente alzarsi, che quando è mezzano, o basso; concorre anco a ciò parzialmente *il rinfrangersi che fa l'impeto della discesa, maggiore in acqua alta, che in acqua bassa;* sì perchè la superficie è più lontana dagl'impedimenti del fondo, sì ancora (1) perchè la cadente del pelo è più declive;

(1) Si prende quì per supposto, che la cadente del pelo dell'acqua sia più declive in piena del fiume, che in acqua bassa, il che secondo le ipotesi dell'autore quando le larghezze siano uniformi, non si dee verificare se non in quei tratti ne' quali il fiume si va tuttavia accelerando per la discesa, come nelle parti dell'alveo più vicine all'origine, e di nuovo presso gli sbocchi, come vedremo nel capo 8. Per altro ove l'acqua cammini con moto fisicamente equabile, il pelo della piena dee essere paralello al fondo, non meno che quello dell'acqua bassa. Ben è vero, che in un medesimo tratto di fiume, può darsi che il moto sia renduto equabile, quando il fiume è in istato di magrezza, e però maggiormente risente la resistenza del fondo, ma in istato di piena seguiti ancora ad accelerarsi non soffrendo tanto ritardo dagl'impedimenti.

questa pure è la causa che *un palo piantato dentro l'alveo d'un fiume, se questo è basso, o poco veloce, viene lambito dolcemente dall'acqua; ma essendo il fiume pieno, o constituito in velocità considerabile, s'eleva l'acqua incontrandolo.*

Il *mantenersi dell'acqua più alta, vicino alle concavità delle botte, che sopra le spiaggie all'incontro*, procede dal continuo farsi, e disfarsi di tale altezza; poichè nel tempo che l'acqua elevata sopra il livello della sua vicina, tenta di spianarsi sulla superficie di essa, ne sopraggiunge dell'altra, che ritorna in essere l'effetto primiero; quale perciò tanto dura, quanto le cause che lo producono.

Un non so che di simile s'osserva nelle cadute dell'acque per li canali molto declivi, e ristretti, i quali terminano in canali molto meno declivi, e più larghi. Sia il canale più declive AB (*fig.* 46.), ed il meno declive BG, e sia la lunghezza del canale AB; discenda l'acqua per AB, accelerando il suo moto, ed abbia in B quella velocità ch'è dovuta alla caduta CH; supponiamo ancora che *l'acqua*, uscendo da B, *entrando nel canale* BG *meno declive, ma più largo*, richieda per iscaricarsi l'altezza BE minore della CH: s'osserva in tal caso, che l'acqua per AB *non porta la sua superficie* CD, *ad unirsi con quella di* EF, *ma si profonda, come in* ED, *sotto del livello* EF, *e l'acqua resta in* ED *sospesa, conservandosi la superficie dell'acqua corrente in* CDEF. La ragione di questo fenomeno è, che avendo l'acqua per la discesa acquistata velocità maggiore, di quella che possa produrre l'altezza EB, è necessario conseguentemente ch'essa scacci l'acqua IDB dal suo luogo, e continui il corso per IB: e perchè l'acqua BD uscita dal canale AB, ricerca l'altezza BE, perciò arrivata in B, si eleva in E, e comincia a discendere in EDI; e perchè arrivata in D, è trasportata con maggiore velocità di quella le possa essere somministrata, cadendo da E in D, essendo maggiore la velocità della discesa CD, di quella dell'altezza ED, perciò è necessario che vi resti il vacuo EDI, se non in tutto, almeno in parte. Per la stessa ragione ponno sostentarsi alla medesima altezza IE le sponde di acqua laterali al vacuo IDE; le quali però, comechè vanno somministrando maggior copia d'acqua alla vacuità IDE, la renderanno minore; onde più sensibile sarà l'effetto predetto, se continuandosi le sponde del canale inclinato, impediranno la caduta dell'acqua laterale. Il medesimo effetto s'osserva, se annesso al canale inclinato ne succeda uno, o orizzontale, o poco inclinato; ma della medesima larghezza del predetto, e che finalmente termini in uno assai largo; poichè nel canale di mezzo si vedrà l'acqua correre colla superficie molto più bassa, che nell'inferiore più largo, continuando per qualche tratto nel canale di mezzo la velocità acquistata nella discesa per lo primo; e vi è apparenza, che se il detto

canale di mezzo fosse lungo considerabilmente, la superficie dell'acqua corrente per esso, si dovrebbe rendere acclive a misura, che le resistenze di esso impedissero la velocità acquistata nella discesa per lo canale inclinato.

È osservazione accertata, che molte volte *nelle piene de' fiumi, gonfi l'acqua nel sito del filone*, dimanierachè, alcune volte riesca ella in tal sito più alta delle sponde del fiume. Ciò succede, perchè essendo nel sito del filone l'acqua più veloce, ogni impedimento che trovi, per picciolo che sia, le toglie molto dell'impeto antecedente; e perciò bisogna che l'acqua s'elevi più in detto luogo, che negli altri, ne' quali essendo l'acqua meno veloce, e con poco impeto; ancorchè gl'impedimenti egualmente operassero, sottentrerebbe l'altezza dell'acqua a restituire la velocità perduta; e per conseguenza, non facendosi ivi tanta perdita di velocità, nè meno dovrebbe farsi tanta altezza; e da ciò si deduce la ragione, per la quale *i fiumi di corso debole nelle piene, e quelli che nell'abbassarsi perdono considerabilmente la velocità, e l'impeto, hanno in tale stato la superficie affatto eguale, e senza veruno colmeggiamento:* e questo è un altro indizio per conoscere, quali siano i fiumi che hanno l'acqua, almeno in superficie, veloce per acceleramento di caduta.

Quegli che vogliono assicurarsi del sito del filone d'un fiume, osservano quale sia la strada che tengono le materie leggieri portate dall'acqua, come sono foglie d'arbori, pezzetti di legno, spume, e simili; e giudicano quella essere il sito del filone: ciò è appoggiato ad un'ottima ragione; perchè realmente *i galleggianti devono a poco a poco ridursi nel sito, nel quale l'acqua è più veloce, ed arrivativi, non possono che per accidente partirsene*; posciachè, avendo ogni corpo qualche grandezza, è portato, o spinto da più linee d'acqua che secondo la diversa distanza dalla ripa, sono meno veloci; e perciò quella parte di esso corpo, ch'è più verso il mezzo del fiume, viene a ricevere più di moto, che la più lontana; quindi è necessario, che il corpo tutto si volti in giro verso il filone, e facendo ciò, viene ad opporsi al moto di più altre linee d'acqua di velocità difforme; e perciò sempre più viene ad accostarsi al filone medesimo, sintantochè trovi tal sito, nel quale tanto la parte destra, quanto la sinistra, siano spinte di moto uniforme; il che solo si ha nel luogo del maggior corso, cioè nel filone, o vicino ad esso.

È superfluo di ripetere in questo luogo le cause, per le quali *negli alvei diritti, il filone mantiene il sito di mezzo dell'alveo, e ne' tortuosi passa da una sponda all'altra, accostandosi alla ripa* nel vertice delle corrosioni, e delle botte; e parimente, per qual cagione *il* medesimo *filone segua* col suo andamento, *la maggiore profondità dell'alveo, e talora l'obbliquità delle sponde;* poichè questi, ed altri

simili problemi, sono stati spiegati ne' capitoli antecedenti. Passo adunque a considerare due particolari, che sono i vortici che si fanno ne' fiumi, ed i gorghi che si generano negli alvei de' medesimi. Quanto a' primi è da sapersi, che questi sono di due sorti; posciachè *altri derivano dalle voragini, che assorbiscono l'acqua dal fondo, o dalle sponde de' fiumi*, e sono causati da due direzioni combinate, l'una perpedicolare verso il foro della voragine, l'altra, o orizzontale, o inclinata lungo il corso del fiume. Nella generazione di questi vortici ha anche gran parte la pressione dell'aria; e perciò molte volte sono aperti, e come forati nel mezzo a modo d'un imbuto; onde è, che l'acqua cadendo con gran velocità nel vacuo del foro predetto, porta al basso i corpi galleggianti, che vi precipitano dentro, spinti dall'aria superiore, che fa sforzo per sottentrare nel luogo di quella, che dal vortice medesimo continuamente viene ingoiata: incidente, che apporta un grandissimo pericolo alle navi che sopra vi passano. Di tali vortici se ne trovano non solo ne' fiumi, ma anche nel mare, le proprietà, e cause de' quali sono state diffusamente, e seriamente trattate dal signor Geminiano Montanari, già mio riverito maestro, nella sua operetta postuma, intitolata *Le forze d'Eolo*.

Gli *altri vortici de' fiumi si chiamano ciechi*, e non sono altro, che certe circolazioni senza veruno assorbimento d'acqua ch'esca dall'alveo del fiume, cagionate dalla diversità delle direzioni fatte, o dall'inegualità del fondo del fiume, o dall'incontro delle ripe, ed altri ostacoli, o dalla disuguaglianza del livello nelle parti dell'acqua; e questi, o sono mutabili di sito, o no, secondo che le loro cause efficienti, o sussistono sempre nel medesimo sito dell'alveo, o pure mutano luogo, e cessano. I primi sono frequentissimi, e per lo più sono portati a seconda dalla corrente, risolvendosi in nulla in breve spazio di tempo, per lo conato che fa la direzione del corso primario del fiume, di unire a sè medesima quella di tutti gli altri moti; ma i secondi, se non sono tanto frequenti, sono ben più considerabili per li cattivi effetti, che partoriscono nell'escavazioni, che succedono al fondo, e nella corrosione delle ripe. Riconoscono questi il più delle volte, l'inclinazione degli ostacoli ad angolo retto, o acuto contro la corrente, da' quali è ribattuta la direzione dell'acqua verso la ripa; e non trovando esito, è obbligata a rivoltarsi all'insù, sintantochè, unendosi col corso del fiume, viene di nuovo rispinta al basso: nelle parti inferiori di questi vortici, trovasi l'acqua molte volte più alta, che nelle superiori, a causa degli ostacoli che fanno elevarla; e perciò, tanto più facilmente succede il moto contrario al filone, dal quale quanto più il vortice è tenuto stretto alla ripa, tanto maggiormente opera contro di essa.

In questa maniera si generano i vortici nel principio delle corrosioni,

e vicino a' ripari, ed alle ale de' ponti; e dalla medesima causa derivano quelli che succedono al di sotto delle cateratte; poichè dalla violenza di esse assottigliandosi, e ristringendosi il corpo d'acqua, è necessario che dopo la caduta, si rifranga impeto così grande, nel contrasto fattoli dal fondo; e perciò, che l'acqua ritardata s'alzi di corpo: il che succedendo maggiormente verso il mezzo della cascata (per la stessa ragione, che rende il filone più alto dell'acqua dalle bande) e non trovando l'acqua elevata, sostegno laterale, comincia a scorrere di qua, e di là, ed a tormentare perciò le sponde, le quali cedendo allargano in quel sito l'alveo, più che nelle parti inferiori, dove restringendosi le ripe, a proporzione del corpo d'acqua che dee correre tra esse, vengono ad opporsi in parte alla corrente, non ancora tutta diretta al lungo dell'alveo; e perciò è sforzata una parte dell'acqua a radere con moto contrario la sponda medesima, che vuol dire a formarvi un vortice.

È ben regolare ne' fiumi, i quali hanno le ripe paralelle; anzi in quelli che non hanno che una sola ripa da ciascuna parte, che *la maggiore velocità*, cioè il filone *stia sempre perpendicolare al maggior fondo, e che la direzione delle parti inferiori dell' acqua, sia la medesima con quella delle superiori;* ma egli è ben anche vero, come abbiamo dimostrato nel capitolo antecedente, che la diversa situazione delle sponde inferiori, mezzane, e superiori, fa che le direzioni dell' acqua in diverse altezze, s' inclinino fra loro, e perciò siano idonee ianche solo a generare de' vortici stabili; e di quì nasce ancora, che vortici non sempre sono continuati dalla superficie al fondo del fiume; poichè ve ne sono di quelli affatto superficiali, come nati dall' incontro della direzione dell' acqua superficiale colle sponde più alte ec., e degli altri che hanno l' essere solamente da cause operanti vicino al fondo, i quali poco, o nulla si manifestano alla superficie; e perciò si dà il caso che si osservi in un fiume basso, o mezzano qualche vortice, o altro moto particolare, che in acqua alta non fa apparenza veruna; e può anch' essere che in acqua bassa si trovino de' moti accidentali, i quali realmente cessino, quando il fiume è pieno, cioè a dire, quando per lo gran corpo d' acqua, accresciuta la velocità, acquista una gran proporzione alle resistenze; e perciò superandole, quasi del tutto, non lascia che le medesime partoriscano effetti sensibili, i quali molto bene ritornano in essere, dopo cessata la piena.

Le *sezioni de' fiumi, nelle quali si trovano vortici, devono essere*, per questo capo, necessariamente *più larghe, o più profonde di quelle nelle quali l' acqua cammina tutta al lungo dell' alveo:* la ragione è manifesta, dovendo le prime essere capaci di scaricare l' acqua che viene dalle parti superiori dell' alveo, ed in oltre di dar luogo a quella,

che con moto contrario dee girarsi ne' vortici; e da ciò nasce, che questi riescono cotanto perniciosi alle ripe, ed a' fondi degli alvei, rodendo le prime, ed escavando i secondi ne' luoghi dove accadono.

Sembra maravigliosa a qualcheduno la conservazione de' *gorghi*, che per lunga serie d' anni *si mantengono, e nel luogo stesso, e colla medesima profondità:* la maraviglia nasce dal credere, che nell' escrescenze l' acqua di essi debba restare stagnante, come si vede essere in fiume basso; al che, se fosse vero, necessariamente dovrebbe succedere qualche deposizione di materia, e per conseguenza il riempimento del gorgo, il che non si osserva. Questa ragione, che per se medesima, non difetta in alcuna parte ci fa molto bene vedere, che siccome è falso, che i gorghi si riempiano senza mutare le circostanze che concorrono alla loro generazione; così non è vero, che l' acqua di essi nelle piene si conservi in quella placida quiete, che apparisce in magrezza d' acqua; e perciò egli è d' uopo rinvenire, come, e d' onde nasca la velocità, che può bastare a mantenere il fondo del fiume in quel sito scavato ad una profondità sempre uniforme, il che non sarà difficile, se seguiteremo le vestigia delle notizie fin ora date.

Egli è certo, che *i gorghi si trovano per lo più al piede delle botte, o piarde, o degli ostacoli incontrati*, come sono i pilastri che sostentano gli archi de' ponti ec. oltre quelli che sono fatti dalle acque cadenti dalle cataratte, de' quali è manifesta al senso la causa della generazione, e della conservazione. L' incontro quasi retto, fatto dagli ostacoli alla direzione dell' acqua, è quello che la sforza a rivoltarsi, parte verso la superficie, parte verso il fondo del fiume; la prima cagiona l' elevazione maggiore dell' acqua in quel sito, l' altra agisce contro il fondo del fiume, e lo scava; ed ecco la prima origine del gorgo. In fatti non si può concepire che una direzione paralella alla cadente naturale del fondo del fiume, possa fare alcuna escavazione, essendo a ciò necessario, che la direzione faccia angolo col resistente; quindi è certo, che l' acqua scavando si spinge sotto il piano del fiume per una direzione, o obbliqua, o perpendicolare; ma incontrando finalmente la resistenza del terreno, ed essendo spinta dall' altr' acqua che la seguita, bisogna altresì che dal fondo del gorgo riascenda alla di lui superficie, in sito nel quale l' altezza dell' acqua superiore sia minore, e non faccia tanto contrasto all' uscita la direzione perpendicolare di essa; dal che nasce in parte la determinazione della lunghezza, e larghezza del gorgo, e per l' altra parte dalla qualità, e dalla disposizione degli impedimenti, siccome la profondità è fatta dalla qualità dell' incontro, dalla forza della direzione, dall' altezza dell' acqua, e dalla resistenza del fondo del fiume.

L' entrare e l' uscire dell' acqua de' fiumi dalla cavità de' gorghi, può farsi, o in maniera che l' acqua entri nella parte superiore, ed esca dalla inferiore, o al contrario: se il primo risalirà l' acqua dal fondo del gorgo per un piano acclive, come si è spiegato in più luoghi; ma se l' acqua uscirà dalla parte superiore del gorgo, si formerà un vortice verticale, perchè l' acqua uscita al di sopra, si unirà alla corrente del fiume, che di nuovo dev' essere spinta dagli ostacoli dentro del gorgo medesimo; e di quì ne viene, che i corpi trasportati dal fiume, incontrandosi in gorghi vorticosi, sono più volte ribalzati dal fondo alla superficie, e rispinti dalla superficie al fondo, prima che escano dal sito del gorgo. *Questa sorte di vortici verticali*, i quali molte volte riescono inclinati all' orizzonte per cagione di altri impedimenti, sono quelli che più danneggiano il fondo de' fiumi, scavando i gorghi in profondità incredibile; e ciò *maggiormente succede quando l' escavazione arriva a trovare il terreno fracido de' sortumi*, che per sua poca resistenza è in istato di cedere a qualsisia picciola forza. Anche i vortici orizzontali, de' quali abbiamo parlato di sopra, se arrivano a toccare il fondo, lo scavono in gorghi; perchè rivoltata l' acqua all' incontro della corrente, trova l' inclinazione dell' alveo; e perciò incontrandola, abbenchè ad angolo molto obbliquo, comincia a staccarne le parti, ed a formare una cavità, dalla quale dovendo poi uscire l' acqua, è necessario che il vortice prenda qualche inclinazione, ed a poco a poco di orizzontale si faccia, o perpendicolare, o inclinato a modo di una spira, e perciò si renda in istato più potente di fare maggiore escavazione; ben è vero, che i gorghi cagionati da' vortici orizzontali, non riescono così profondi, come quelli fatti da' vortici perpendicolari, perchè quelli rare volte producono delle direzioni perpendicolari; ma se si combinano insieme, e questi, e quelli, allora si squarciano le viscere, per così dire del fondo del fiume, e si formano piuttosto voragini, che gorghi.

Incontrandosi *che un ostacolo sia abbracciato dalla corrente*: come succede a' pilastri de' ponti, *succedono de' gorghi che abbracciano l' ostacolo dalla parte superiore, e terminano in niente da' lati*: effetto che succede dalla riflessione dell' acqua verso il fondo nel luogo dell' incontro, e dal vortice perpendicolare che vi succede, il cui esito è dall' uno e dall' altro lato dell' ostacolo, dopo del quale il vortice degenera in due orizzontali, e superficiali. E quì mi viene il taglio di osservare, che *alle volte sotto de' vortici delle piene si formano gorghi*, come si è spiegato di sopra; *ed alle volte nel calare dell' acqua si vedono ivi maggiormente elevate le alluvioni*; la differenza nasce da ciò, che nel primo caso i vortici continuano dalla superficie sino al fondo del fiume, ma nel secondo sono affatto superficiali; e questi in

vece di escavare il fiume, se hanno sotto di sè acqua, o stagnante, o di poco moto, sono causa che succedano maggiori deposizioni; poichè dopo che l' acqua ivi trattenuta, ha deposta la sua materia più grave, il vortice serve a portarvi nuova torbida, e perciò mutandosi continuamente l' acqua, è ivi siccome portata nuova torbida, così fatta maggiore deposizione, al contrario degli altri siti ne' quali non si trovano vortici simili; poichè restando in questi sempre l' acqua medesima, o cambiandosi più lentamente, non si può fare che poca deposizione di materia terrestre; e perciò non è maraviglia, che al di dietro de' pilastri de' ponti, sebbene si formino vortici orizzontali, nulladimeno si osservino ancora dossi ben grandi.

Questi moti vorticosi per lo più non sono osservabili in acqua bassa: e la ragione si è, perchè in tale stato non avendo essa velocità, e corpo che basti, servono i gorghi, come di piccioli laghi per ricevere l' acqua del fiume, la quale trovando in essi larghezza, e profondità maggiore, di quella che richiede il corpo dell' acqua corrente, perde la velocità, e lascia che in quel sito la superficie dell' acqua si disponga quasi ad un piano orizzontale, e sembri come stagnante; il che maggiormente è vero, quanto minore è il corpo d' acqua, e la di lei velocità in proporzione della capacità del gorgo; nel qual caso egli è evidente, che non arrivando l' acqua ad incontrare con impeto gli ostacoli, nè meno possono succedere alcuni di quegli effetti, che dalla mutazione della direzione, e dall' impedimento della velocità derivano. Per altro *ne' fiumi che in ogni stato conservano velocità considerabile, e corpo d' acqua sufficiente, s' osservano in ogni tempo; anzi* se corrono sopra fondi sassosi, e ghiarosi, *più in tempo di scarsezza d' acqua, de' moti vorticosi, ed irregolari:* e ciò succede, perchè in tempo di abbondanza d' acqua, gli effetti cagionati dagli impedimenti del fondo, non si manifestano alla superficie, osservandosi in tale stato solamente quelli che derivano dalla situazione delle sponde.

Tutto ciò appartiene a' fiumi, che dalla loro origine si partono, scorrendo per alvei non interrotti, nè da cateratte, nè da laghi ec. onde l' ordine porta che discorriamo dell' uno e dell' altro di questi interrompimenti. *Sono le cateratte certe cadute d' acqua precipitose, che succedono quando, o per natura, o per arte incontra il fiume un resistente, che lo traversa da una ripa all' altra, e non potendo corroderlo, è necessario che lo sormonti;* tale impedimento serve a mantenere elevato il fondo dell' alveo superiore, che necessariamente viene ad essere regolato dalla di lui soglia superiore; ma *niente contribuisce allo stabilimento dell' alveo inferiore,* che prende regola, e determinazione o dalla soglia di una nuova cateratta, o dallo sbocco d' esso fiume in un lago, nel mare ec. Quindi è, che se le condizioni del fiume richiederanno nel sito della cateratta, l' alveo, o egualmente

o più elevato della sommità di essa, riempiendosi l' alveo inferiore, cesserà essa dal suo officio, ma se per lo contrario, l' alveo inferiore dovrà restare più basso della cateratta; per grande che sia la quantità della materia, che col fiume precipiti da essa, non potrà egli interrirsi, ma si manterrà sempre nello stato medesimo.

Variansi i moti dell' acqua in questi siti, per più cagioni: la prima si è *la direzione della cateratta, che può essere, o ad angoli retti col corso precedente del fiume, o ad angoli obbliqui;* se sarà ad angoli retti, *l' acqua seguiterà a correre per lo medesimo piano verticale di prima;* ma se ad angoli obbliqui, *prenderà sempre una strada un poco inclinata a quella parte, alla quale la cateratta fa angolo ottuso colla corrente.* La seconda cagione è *l' impeto* acquistato nell' alveo superiore, il quale *quanto è maggiore, tanto più tiene la caduta vicina alla direzione antecedente del corso;* e non essendovene di sorte alcuna, come sarebbe se la cateratta constituisse l' emissario d' un lago; *la caduta dell' acqua farassi in un piano verticale, che cada ad angoli retti sopra la linea della direzione della cateratta.* La terza si è la figura di essa cateratta, la quale può essere tagliata quasi perpendicolarmente, in maniera che l' acqua cadente sormontata la sommità di essa, non la tocchi più in verun luogo; ed in tal caso *descriverà l' acqua nel precipitare dall' altezza della cateratta una figura curva,* che prescindendo da ogni resistenza, dovrebbe essere *parabolica.*

Ma qui si dee avvertire, che *in alcune cateratte altissime sul principio della caduta, l' acqua si mantiene bensì unita sotto una sola superficie; ma nel progresso si frange in più parti,* e mostra una bianchezza simile a quella della neve; anzi in qualche parte si risolve in vapori, che producono una continua rugiada, e porgono occasione al Sole di dipingervi dentro i colori dell' iride: che se come per lo più succede nelle cateratte artificiali, alla soglia superiore d' esse, sia connesso un piano molto declive, scorrerà l' acqua per esso, prendendo le strade delle quali si è avuto discorso *nel capo VI. alle proposizioni I. e II.* E finalmente, *se alla sommità della cateratta succederanno de' scogli continuati,* dentro de' quali, di quando in quando, l' acqua cadendo si spezzi, *succederanno diversi moti irregolari,* procedenti dalla quantità dell' impeto, dalla direzione de' sassi opposti a quella dell' acqua cadente; e dalla combinazione di più direzioni diverse ec.

Le cadute della sorte predetta, se trovano materia adattata nell' alveo inferiore, *vi formano sempre un gorgo profondissimo, ed in esso de' vortici,* alcuni de' quali che sono i più regolari, abbiamo descritti poco di sopra; dopo di che finalmente riassume il fiume il suo corso primiero, e produce quegli effetti che sono comuni agli altri

fiumi. Ma nell' alveo superiore è da notare, che (1) *dovendo l' acqua precipitare da una cateratta, prima di arrivare ad essa, acquista della velocità considerabile:* effetto non solo della viscosità dell' acqua, ma ancora della mescolanza de' canali, nella maniera spiegata *allo scoglio* 3. *della prop. prima del lib.* 6. *della misura dell' acque;* ma di ciò discorreremo più ampiamente *nel seguente capitolo;* solo rispetto alle cateratte sono da osservare alcuni effetti, che potranno illuminare la mente a chi, o assume di farne delle artificiali, o di demolirne delle naturali.

Primieramente adunque *servono le cateratte a sostenere l' alveo superiore più elevato, di quello che sarebbe mancando le medesime;* e perciò impediscono quelle soverchie escavazioni, che potrebbe fare il corso del fiume; *non trattengono* già, che *i sassi cadenti dalle montagne,* non si portano al basso, *se non in piccola parte;* quanto cioè basta a riempire il vano che forma l' altezza della cateratta; quale riempito che sia, torna il fiume a portare la materia di prima, o poco meno. 2.° Perciò *fanno buon effetto ne' fiumi, de' quali è soverchia la caduta;* ma non in quelli che ne mancano. 3.° (2) Molte volte *formano laghi,* i quali essendo profondi, ponno essere rimedio alla deficienza della caduta. 4.° *Servono per la derivazione de' canali,* che

(1) O sia che alla sommità della cateratta sia congiunto un piano declive per cui sdruccioli l'acqua, ó che dalla detta sommità liberamente precipiti, formando una cascata curvilinea, sempre è necessario che segua qualche aumento di velocità nelle parti superiori alla cateratta; imperocchè nel primo caso l' acqua avanti di giugnere ad essa, comincia a scendere come per un piano maggiormente inclinato per tutto quel tratto a cui si estende il detto piano declive prodotto allo insù, fino al concorso colla superficie dell'acqua; e nel secondo le stesse tangenti della curva descritta dall' acqua del fondo, prolungate anch' esse dentro l' alveo superiore divengono tanti piani inclinati immaginarj, per li quali l' acqua va scendendo prima di giugnere alla cateratta, come l'autore spiega nel passo da lui citato; e tanto nell' uno, quanto nell' altro caso la viscosità, o aderenza, o dicasi attrazione delle parti dell' acqua, fa che la superiore venga in parte rapita, e strascinata dall' inferiore, che corre con maggiore celerità.

A riguardo di tale aumento l' altezza dell' acqua sopra il ciglio della chiusa si trova notabilmente minore, che nelle parti superiori, e pare eziandio ragionevole, che il fondo superiore per qualche tratto si debba risentire, e render meno declive di quello che sia nelle parti più lontane, dove la velocità non è aumentata. Nulladimeno se la caduta è libera tal diminuzione d'altezza non si rende per l' ordinario notabile molto allo insù, e i galleggianti non si scorgono accelerare il loro moto, che a poca distanza dal ciglio della chiusa: segno evidente, che ivi solo comincia la superficie a inclinarsi sensibilmente più che al di sopra, cioè che ivi solo si rende sensibile quell' aumento di velocità, che fa scemare l' altezza.

(2) Che superiormente alle chiuse, le quali attraversano un fiume, si formino dei laghi può succedere ove le acque di esso non portino materia atta a fare deposizione, e ove la sommità della chiusa non solo sia più alta delle ripe del fiume,

non ponno avere molta caduta, e ne *aggiungono alle fabbriche de' molini, ed altri edificj*. 5.° Se *le cateratte* sono *stabili*, *interrompono le navigazioni*; ma *essendo amovibili*, *servono per facilitare la medesima*, come apparisce ne' sostegni, che sono una specie di piccole cateratte.

Il secondo interrompimento degli alvei sono i laghi: questi alle volte servono di fontane a' fiumi, non essendo altro che un aggregato di più sorgenti, che tramandano le loro acque in un solo ricettacolo, dall' emissario del quale le scaricano; e di questi non è luogo quì a discorrerne; ma solo di quelli, che in un luogo ricevono l' acque de' fiumi, alle quali servono come di un piccolo mare, ed in un altro le tramandano fuori; si dee adunque discorrere al presente dell' acque che entrano ne' laghi, e di quelle che n' escono. Qualunque volta adunque entra un fiume in un lago, è necessario che abbia qualche velocità, e direzione, le quali abbenchè a poco a poco, dopo lo sbocco vadano scemando; nulladimeno però a causa dell' impeto preconceputo, il più delle volte si conservano per qualche tratto,

---

ma si continui orizzontalmente di quà, e di là dall' alveo di esso per la campagna aggiacente fino ad attaccarsi dall' una, e dall' altra parte coll' alto del terreno, come ne' laghi artificiali, che circondano la città di Mantova per ristagno del fiume Mincio. In tal caso non ha luogo ciò che l' autore poc' anzi disse, cioè che il fondo superiore del fiume venga sostenuto, e regolato dalla sommità della pescaia che lo attraversa, ma dee restare alla primiera bassezza, se pure in lunghissimo tempo non si rialzasse da quel poco di terra, che sempre portano seco i fiumi anche più chiari, al quale interrimento si può rimediare col lasciare a luogo a luogo nella chiusa degli emissarj muniti di cateratte, e con soglia tanto bassa quanto si stima opportuno, affinchè all' aprire la cateratta la forza stessa dell' acqua sgombri le posature.

Accade qualche cosa di simile anco ne' fiumi torbidi di sopra alle pescaie, qualora queste attraversando obbliquamente il letto del fiume non lo chiudano però affatto, ma lasciando all' acqua un angusto passaggio accanto a quella delle ripe, con cui comprendono angolo acuto dalla parte superiore, le fanno piuttosto sponda, che ritegno, e l' obbligano a passar tutta almeno in acqua bassa per una sezione molto minore di quella, sotto la quale corre il fiume ne' tratti più regolari. Simili chiuse (se tali si ponno chiamare) in vece di sostenere il fondo superiore del fiume servono a mantenerlo più basso, per la velocità che acquista l' acqua nell' andarsi riducendo alle angustie di quello sbocco, la qual velocità ella si guadagna coll' accrescimento dell' altezza, e in quella sezione, e nelle altre superiori per qualche tratto, in ricompensa della larghezza scemata; onde tornando poi di sotto alla chiusa alla sua larghezza, ed altezza ordinaria, la sola superficie è quella che per tal modo si viene a sostenere, e può servire a dar caduta a' mulini, o altri edificj. Di tali traverse, alcune ho vedute nel Tevere nelle vicinanze di Todi, in occasione di visitare quel fiume l' anno 1732 col dottissimo monsignore Gioanni Bottari, ora prelato domestico di Sua Santità, e potrebbero anco ove le larghezze sono soprabbondanti facilitare quella navigazione, se troppi altri ostacoli non vi fossero, che dissuadono dal tentare una tale intrapresa.

fintantochè comunicato che sia il moto alle parti laterali, ed opposte, parte di esse tendono verso le ripe, parte ritornano vorticosamente verso l' immissario, e parte s' indirizzano verso l' incile, o emissario del lago. *Sin tanto* però *che il fiume influente conserva velocità*, osservabile in alcuna parte, *la di lui superficie resta più bassa di quella del lago*, cioè sul principio; ed in altri luoghi, cioè nel progresso colmeggia sopra la medesima, in conformità di ciò che si è dimostrato sul principio di questo capitolo, dipendendo questa apparenza dalla velocità, o impeto, col quale il fiume si porta allo sbocco; poichè s' egli entrerà con poca forza, sul bel principio s' equilibrerà colla superficie del lago.

Credono alcuni che le acque de' laghi siano da un capo all' altro equilibrate, come se fossero perfettamente stagnanti; io però non saprei dirlo accertatamente, parendomi verisimile, che *vicino a' luoghi che danno l' ingresso a' fiumi, debbano essere qualche poco più elevate di pelo, che negli altri luoghi;* siccome è certo per lo contrario, che *vicino all' emissario sono qualche poco più basse:* il motivo di tale asserzione è, perchè se il lago non ricevesse influsso di acqua veruna, ma solamente ne scaricasse, dovrebbe egli dalla parte dell' incile, restare più basso, che negli altri luoghi per tutto quel tratto ch' è determinato dall' unione della superficie del lago colla linea del fondo dell' alveo applicato all' emissario, prolungata dalla parte superiore; e però è impossibile da concepirsi, che il restante dell' acqua, supposta orizzontale, non iscorra, abbenchè con moto lentissimo, ad occupare il luogo lasciato dall' acqua ch' esce dal lago, e perciò che la di lei superficie non s' inclini verso l' uscita; tanto più adunque vi si inclinerà, se dalla parte opposta sia somministrata nuova copia d' acqua da qualche fiume; e conseguentemente non potrà la superficie d' un lago essere perfettamente orizzontale. Ben è vero, che la differenza sarà insensibile nelle parti di mezzo; ma ne' siti vicini agl' immissarj, ed agl' incili può esser tale, che non solo con livelli esatti, ma ad occhio libero si manifesti. (1) Se però *tanto il fondo del fiume influente, quanto quello dell' efluente fossero orizzontali, e situati nel medesimo piano, allora la superficie dell' acqua del lago, sarebbe anch' essa affatto orizzontale per la prop. I. del lib. V. della misura dell' acque*. Quindi è chiaro, che *l' acque de' laghi, e delle paludi, molto più s' accostano ad avere la loro superficie a livello, quanto meno sono inclinati i canali influenti, ed efluenti;* e perchè se il lago fosse angusto quanto i canali predetti, la superficie dell' acqua continuerebbe sulla cadente dovuta al canale influente; perciò *quanto*

(1) Vedi intorno a ciò quello che si è detto nell' annotazione 3.ª del capo 5.°

maggiore è lo spazio che ha l' acqua per espandersi lateralmente, tanto si rende più esatto il livello del lago. Ciò si dee intendere, *quando la copia dell' acqua ch' entra, è eguale a quella che esce;* poichè se la prima fosse maggiore della seconda, come succede sul principio dell' escrescenze de' fiumi influenti, in tal caso è evidente, che tutta l' acqua del lago dee essere declive verso l' emissario, verso il quale anche sono più osservabili le direzioni, ed i moti dell' acqua.

Tutto ciò che si è detto de' laghi, si dee intendere proporzionalmente ancora delle lagune, e paludi, *nelle quali però tanto è maggiore la differenza del livello, quanto che l' erbe,* che in queste nascono, *servono molto a sostenere l' acqua più alta in un luogo, che in un altro;* e perciò si vedono spesse volte calare l' acque dalle paludi considerabilmente vicino agli sbocchi, e ne' siti più lontani, appena essere sensibile l' abbassamento. Pertanto sì queste, che i laghi producono l' effetto dimostrato nel fine *del capo VI.* cioè di rimediare al difetto delle cadute; poichè egli è certo, che interrendosi un luogo, dovrebbe il fiume che dentro vi s' inalveasse, avere per lo tratto di esso, molto più di caduta, di quello che abbiano le acque del lago; il che opererebbe, che il fiume influente si elevasse di fondo, e sormontando le proprie ripe, si portasse ad innondare il paese all' intorno, o formando un altro lago, o elevandolo colle alluvioni, sino ad incassarsi dentro di esse, e ciò continuerebbe a farsi finchè coll' altezza del proprio letto avesse acquistata quella pendenza che gli è dovuta, oltre le altre circostanze dalla lunghezza del viaggio.

Ha un non so che di simile all' ingresso d' un fiume in un lago, il passaggio dell' acqua corrente da una sezione angusta ad un' altra più ampia; essendo che *gli alvei dilatati possono* ottimamente, *paragonarsi ad un picciolo laghetto,* dentro il quale sbocchi l' acqua da una sezione più angusta, che in tal caso ha ragione d' immissario; siccome la susseguente pure angusta di emissario. Quindi egli è facile di dedurre le cause delle apparenze diverse che si osservano nell' uno, e nell' altro sito; poichè, se si vedrà che dove *i fiumi* sono soverchiamente larghi, ivi l' acqua non corra, o abbia il moto più lento; se vicino alle ripe si troverà l' acqua quasi essere stagnante, o pure correre con moto vorticoso all' indietro, radendo le ripe medesime, dal che dipende principalmente la conservazione delle sezioni più larghe; se ne' siti medesimi la cadente del pelo d' acqua sarà meno declive di quello, sia dove l' alveo è di larghezza uniforme, e proporzionata; ed al contrario, se nelle sezioni più strette l' acqua del fiume si vedrà tutta correre con maggiore velocità, e con maggiore pendio di superficie ec. facil cosa sarà applicare le ragioni sopraddette, per ispiegare

queste, ed altre simili apparenze; poichè *il lago altro non è che un fonte, o fiume dilatato, ed il fiume non è che un lago ristretto*.

Sono *gli alvei de' fiumi, quasi sempre più larghi di quello che richiede il bisogno dell' acqua che portano*; e perciò molte volte sopportano che loro sia ristretto l' alveo considerabilmente, senza veruna alterazione del loro pelo, il che non accaderebbe, se le larghezze fossero vive, anzi col tenere ristretti gli alvei de' fiumi, s' impediscono quei moti sregolati, che sono come la lussuria de' fiumi medesimi, e che apportano danno considerabile alle sponde, per la deviazione che fa l' acqua dalla direzione del suo filone; e perciò non è maraviglia, se i fiumi grandi, senza veruna maggiore dilatazione, sono molte volte capaci di ricevere nel proprio seno l' influsso di nuov' acque, poichè rendendosi in tal caso l' acqua proporzionata alla grandezza dell' alveo, viene essa ad essere tutta mantenuta in officio, ed obbligata a conservare la sua direzione al lungo dell' alveo, senz' alcuno laterale svagamento; ed è ben facile di concepire, che *l' acqua stagnante, o corrente vorticosamente all' insù, non contribuisce cosa alcuna allo scarico del fiume*; e che questa parte dell' alveo, per altro inutile, può benissimo dar luogo quando vi sia una forza maggiore al corso di nuov' acqua; e perciò è stato veduto il ramo del Pò di Venezia assorbire, da se solo tutta l' acqua del ramo di Ferrara, e di Panaro, senza che perciò si abbia avuta la necessità di ritirare gli argini verso la campagna, o siasi veduto maggiormente dilatarsi l' alveo.

Appartengono a questo capo gli effetti che procedono dall' unione di due fiumi insieme, e dagli sbocchi nel mare: ma perchè abbiamo determinato trattare tutto ciò più particolarmente, richiedendo la materia speziale considerazione; pertanto passeremo a discorrerne ne' due seguenti capitoli.

CAPITOLO OTTAVO.

Dello sbocco d' un fiume in un altro, o nel mare.

Non si trova alcuna particolarità nella materia che abbiamo fra le mani, la quale sia per se medesima quanto più evidente, tanto più controversa, e meno intesa dello sbocco de' fiumi; io ho sentito in diverse congiunture pronunziare sopra di questo fatto asserzioni così strane, che prima avrei credute impossibili da cadere nella mente degli uomini; e quello ch' è più ho osservato, che hanno maggiore facilità a prendere sbagli in questo particolare, le persone mediocremente versate, che le affatto idiote; poichè le prime sul fondamento di alcune regole, o ignote, o non avvertite dal volgo, e credute universali, quando in realtà patiscono molte eccezioni, ne deducono in varj

casi conseguenze falsissime. Una di queste è, che l' acqua non possa correre se non ha caduta al suo termine, ed è assioma così universale appresso di quelli, i quali si chiamano periti, che non dubitano punto di dedurne, che un fiume non possa sboccare, o nel mare, se questo si trovi gonfio, o in altro fiume durante la di lui piena; e che i fiumi influenti debbano scaricare l' acqua propria, tutta sopra il pelo del recipiente, con altre simili asserzioni erronee, e perniciose, le quali conducono a spese inutili, a proposizioni dannose; e molte volte divertiscono l' animo di chi le promove, da quelle che riuscirebbero più salutari.

Entrano i fiumi influenti, non v' ha dubbio nel mare, nè qualunque forza di esso è bastante a rispingere un fiumicello, quantunque picciolo, purchè egli sia provveduto di sponde sufficienti, come più abbasso si dirà; posciachè, come può mai immaginarsi, che un fiume perenne, se fosse impedito del tutto il di lui corso, non si elevasse quasi instantaneamente ad altezze enormi per l' abbondanza dell' acqua sopravveniente, uscendo con ciò dal proprio letto, ed innondando le campagne; il che se bene qualche volta succede, ciò però non nasce, perchè il fiume non sia valevole col tempo ad acquistar forza da superare il contrasto, che fa il mare al suo ingresso, ma perchè, o non ha, o non si mantiene le sponde all' altezza necessaria; e perciò de' fiumi stabiliti di alveo, non si può con verità asserire, che il mare impedisca loro affatto lo scarico. Similmente, s' egli è vero che i fiumi s' ingrossino per l' unione d' altri fiumi, chi potrà sanamente sostenere, che un fiume reale nella sua piena, proibisca l' ingresso ad un influente, e che questo sia perciò obbligato a ritenere le sue acque nel proprio alveo, sino allo sgonfiamento dell' altro? Procureremo noi dunque di spiegare il modo, col quale ciò succeda, il che faremo nella seguente proposizione.

PROPOSIZIONE I.

Spiegare il modo col quale i fiumi entrano in altre acque, o correnti, o stagnanti.

Per ben intendere ciò, è necessario ridursi alla memoria due proposizioni di eterna verità; la prima delle quali è: che *quando un fiume corre, e la di lui superficie non si alza, nè si abbassa di livello, allora per tutte le di lui sezioni passa delle quantità d' acqua precisamente eguali*: ciò è vero in astratto, in concreto, ed in tutte le circostanze, e condizioni possibili; dal che ne nasce, che *ogni volta che la superficie dell' acqua d' un fiume perenne, ed influente, è resa stabile, allora esce dal di lui sbocco, ed entra nel recipiente quella copia d' acqua*, nè più, nè meno, *ch' è somministrata*

dalle parti superiori del fiume. Ma *se la superficie predetta si anderà abbassando, sarà scaricata dallo sbocco acqua in copia maggiore, che non è quella che viene di sopra;* e finalmente, *se la predetta superficie si eleva, più acqua viene dal fiume di quella sia vomitata dallo sbocco*. Questi sono tre segni infallibili della qualità degl'impedimenti apportati dall'acqua del recipiente al corso dell'influente; perchè se in un fiume che porti sempre eguale quantità di acqua, si vedrà la superficie di esso allo sbocco elevarsi, segno sarà che il recipiente impedisce lo scarico al fiume; mentre l'acqua trattenuta è quella che aumenta l'altezza; ed al contrario, abbassandosi la superficie del fiume allo sbocco, sarà indizio dello sminuirsi che faranno gl'impedimenti opposti dal recipiente allo scarico, portandosi ad uscire dalla foce del fiume, non solo la quantità dell'acqua corrente, somministrata dalle parti superiori; ma in oltre tutta quella che prima era stata trattenuta dal ristagno.

Quando l'acqua cresce per gli ostacoli trovati alla foce, non seguita però ella ad elevarsi all'infinito; ma arrivata ad un certo termine stabilisce la propria superficie: segno che allora è eguale lo scarico all'influsso; quindi è, che se le ripe del fiume non saranno tant'alte, quanto si richiede per sostenere la superficie dell'acqua a quell'altezza, che è determinata dalla natura per lo scarico di tutto il fiume influente; sarà necessario, che l'acqua di esso sormontandole, si sparga lateralmente a cercare altra strada, o accesso più facile al suo termine; o pure alcun seno dove contenersi, ed equilibrarsi.

Da qual principio sia desunta dalla natura la determinazione dell'altezza necessaria all'interno scarico del fiume, si raccoglie dall'altra proposizione che dee rammemorarsi: cioè, che *ne' fiumi de' quali le sezioni tutte scaricano egual copia d' acqua in un dato tempo, le velocità medie devono sempre essere reciproche all'aree delle sezioni;* perciò passando, come si è detto di sopra, per la foce altrettant'acqua, quanta si trasfonde da una delle sezioni superiori, forza è, che la velocità media dello sbocco stia alla velocità media della sezione superiore, come l'area di questa, all'area dello sbocco; e perchè l'area delle sezioni, e dello sbocco è composta d'altezza, e di larghezza; se la larghezza sarà inalterabile, sarà altresì necessario che l'altezza dello sbocco si accresca di tanto, quanto importa la diminuzione della velocità media di esso, considerando l'alterazione che si fa nella velocità all'alzarsi della sezione.

Per più chiara intelligenza di ciò, si dee avvertire, che *un fiume il quale entri in un altro, può entrarvi in tre maniere* 1.° *o cadendo dall' alto*, come nelle cateratte: e ciò succede quando il fondo del fiume influente è più alto del pelo del recipiente; o pure 2.° *spianando*

la sua superficie su quella dell' altro, in maniera che la larghezza superiore dello sbocco, che sta distesa trasversalmente sulla superficie dell' acqua, sia come la comune sezione di due piani, l' uno de' quali sia la superficie dell' influente, l' altro quella del recipiente: e ciò accade, quando il fondo dell' influente è basso sotto il pelo del recipiente, almeno quanto basta a formare la predetta proporzione reciproca; o finalmente 3.° *quando la superficie dell' acqua dell' influente fa qualche notabile discesa, per introdursi nel recipiente, senza però che tutta l' acqua vi cada:* e questo effetto nasce dal fondo dell' influente, più basso del pelo del recipiente; ma non quanto basta per dare lo scarico a tutta l' acqua propria, per la sezione compresa tra la linea trasversale della larghezza del fondo dello sbocco, ed il pelo dell' acqua del recipiente.

Nel primo caso, quando cioè il fondo dell' influente è più alto del pelo del recipiente, non v' è chi possa dubitare, farsi uno scarico libero, ed in niuna maniera impedito dall' acqua del recipiente; anzi piuttosto cessando nella caduta gl' impedimenti del fondo, e delle sponde, nel principio di essa l' acqua scorre più veloce, e si assottiglia; e conseguentemente resistendo meno all' acqua, che immediatamente la seguita, questa anch' essa si rende più veloce, e così gradatamente per qualche spazio all' insù, sinchè non risentendosi più la felicità dello sbocco, l' acqua corre con quella velocità, che le attribuiscono le cause di essa, e che le viene permessa dalla qualità degl' impedimenti; quindi è, che *i fiumi vicino a' loro sbocchi di tal natura, si diminuiscono di corpo, e formano la loro superficie sempre più inclinata all' orizzonte, disponendola nelle cadute libere, secondo il tipo d' una linea curva:* e quì si dee applicare tutto ciò che abbiamo detto *nel capitolo antecedente*, parlando delle cateratte.

Ma perchè *i fiumi, che hanno il fondo capace di corrosione, non sopportano simili cadute* mantenute ne' luoghi dove si trovano, o dall' arte, o dalla resistenza insuperabile del fondo, perchè a causa della gran violenza, escavandosi il fondo, viene finalmente a profondarsi; perciò (1) si fa luogo al secondo caso, che in fatti è il più

(1) Quello che comunemente si osserva negli sbocchi de' fiumi capaci di corrosione, e già stabiliti è che il pelo dell' influente non fa una cascata sensibile per andarsi ad unire con quello del recipiente, eccettuandone al più il caso, che il primo fosse un torrente, al cui sbocco si fosse formato qualche ridosso assai alto, per accidentali deposizioni, ma ne pure un tale stato è durevole, mentre quando nell' influente sopravvenga qualche considerabil corpo d' acqua, si rode ogni posatura, e si toglie la cascata.

Che poi il pelo dell' influente si spiani sulla superficie del recipiente nel senso

frequente, osservandosi che *i fiumi influenti si spianano sulla superficie de' recipienti; s' elevano, e s' abbassano di pelo con essi*, e si mantengono il fondo tanto basso, che possa dar esito alle loro massime piene, sotto la superficie più bassa del recipiente; e perciò *i fiumi temporanei, non solo s' uniscono colle superficie dell' acqua, ma ancora co' fondi de' proprj letti*; come pure fanno, per la ragione medesima, i fiumi confluenti perenni, se portano eguali quantità di acqua.

---

che l' autore intende, cioè che le due superficie vadano a far angolo per l' appunto nella sezione dello sbocco è difficilissimo accertarlo colle osservazioni, richiedendosi livellazioni troppo dilicate per determinare il punto del concorso di due piani, che comprendono ordinariamente fra loro un angolo quasi insensibile. E quando di ciò si potesse essere ben sicuro in qualche stato dell' uno, e dell' altro fiume, non sarebbe certo, che lo stesso seguisse cangiandosi lo stato o dell' uno, o dell' altro, o per avventura d' amendue. In fatti dipendendo una tale costituzione delle due superficie da un equilibrio, che segue nella sezione dello sbocco CB (*fig.* 70.) tra la forza dell' influente RC, e la resistenza del recipiente CD, non è necessario, o forse non è possibile, che lo stesso equilibrio succeda nella stessa sezione, quando si cangiasse o l' altezza del recipiente CD, o il grado di piena dell' influente. Come se a cagion d' esempio crescesse in questo la quantità assoluta dell' acqua, potrebbe darsi che il suo pelo rialzato da tal escrescenza non si disponesse come in OC, ma come in OT, andando a concorrere col recipiente entro l' alveo di questo in T; e all' incontro se l' influente scemasse d' acqua potrebbe forse succedere, che il suo pelo abbassato non prendesse già la positura KC, ma un' altra come KF insinuandosi, e spandendosi il recipiente entro l' alveo dell' altro orizzontalmente sino ad incontrarlo in F; come vedremo nella annotazione 6.

Egli è ben vero, che quando l' influente trovandosi una volta in istato di massima escrescenza (in cui supporremo ora essere il suo pelo OT) abbia talmente allargato, e profondato il suo sbocco da dar esito per la sezione di esso a tutta la quantità d' acqua, che porta sotto il pelo del recipiente costituito nella sua maggior bassezza, la quale figuriamo essere all' orizzonte CD, allora sebbene riducendosi l' influente allo stato di sua magrezza potrebbe il recipiente DC insinuarsi entro di esso, e incontrarne la superficie abbassata in un punto superiore allo sbocco come in F, nulladimeno restando il tratto del fiume nelle parti soggette al rigurgito come morto, e con poca velocità, rimarrebbe facilmente interrito dalle torbide, che il recipiente vi deponesse in qualche sua escrescenza, anzi da quelle che vi lascierebbe l' influente nello stesso calare delle sue piene, onde purchè passasse assai di tempo fra una, e un' altra di queste, e il recipiente si mantenesse nel medesimo orizzonte, ristringendosi, o alzandosi il detto tratto del fondo come in PI, si alzerebbe ancora il pelo basso dell' influente KF, e si potrebbe ridurre in KC a convergere col pelo DC a un dipresso nella sezione dello sbocco. E sebbene sopraggiugnendo poi una piena massima dello stesso influente, non potrebbe aver passaggio per la sezione diminuita CI, onde dovrebbe allo sbocco restar più alta del punto C, nulladimeno ne pure tale stato sarebbe durevole, attesochè quella forza d' una massima piena, che una volta ha potuto talmente allargare, e abbassare lo sbocco da cacciarsi tutta sotto la superficie CD, non mancherebbe di far di nuovo lo stesso effetto, che con poco sforzo potrebbe

Ne' fiumi adunque *temporanei* che s'uniscono insieme, *se uno verrà colla sua piena, trovando l'altro in istato di siccità*, non succederà altro effetto, che quello che farebbe un fiume, quale da un alveo più angusto passasse ad uno più dilatato; solamente *rigurgiterà l'acqua dell'influente all'insù per l'alveo dell'altro*, sino a quel segno che sta a livello coll'altezza della piena, nell'alveo comune; ma *se il fiume recipiente sarà perenne, non si dee dubitare che l'altezza dell'acqua di esso non faccia qualche impedimento*, e contrasto a quella

---

ottenere, non potendo l'interrimento PI (come quello che sempre sarebbe stato sott'acqua) trovarsi assai saldo da resistere alla forza della fiumana corrente nello sbocco in maggior altezza dell'orizzonte DC.

Da ciò si deduce non potersi errare di molto, supponendo che quando il recipiente è nella sua maggior bassezza DC la positura ordinaria del pelo dell'influente, o alto come RC, o basso come KC nelle parti vicine allo sbocco sia quella d'andare a concorrere col pelo del primo nel punto dello sbocco in C, potendosi ogni altra costituzione riguardare come accidentale, e non durevole. Ma non potrebbe già tal discorso applicarsi agli altri stati del recipiente, e prender per supposto, che in ogni altezza possibile del pelo di questo, l'influente andasse sempre ad unirsi con esso nella sezione dello sbocco. Imperocchè gli stati d'altezza del recipiente non essendo così durevoli, come quelli della sua bassezza (che può dirsi lo stato ordinario) non potrebbero che per mero accidente combinarsi per tal modo gl'interrimenti, e le escavazioni da mantenere sempre la capacità dello sbocco proporzionata a quelle quantità d'acqua, che di mano in mano portasse l'influente; il che non ho voluto tacere, avvegnachè non sia del tutto conforme a ciò che l'autore ha supposto in questo capo, prendendo per regola quasi universale, che i peli di due fiumi concorrano l'uno coll'altro nello sbocco.

Il discorso sinora fatto non si può totalmente applicare quando il recipiente fosse il mare, non solo perchè in esso niuno stato d'acqua è durevole a cagione del perpetuo movimento di flusso, e riflusso, a cui egli è soggetto, ma eziandio perchè ne' supposti ne' quali si è parlato, non si è considerata nel recipiente altra resistenza, che quella che nasce dall'equilibrio delle sue acque, le quali perciò si vogliono supporre come stagnanti, e senza alcun moto, o almeno senza alcuna direzione, per cui siano spinte contro lo sbocco; laddove il mare nel flusso ha un principio di movimento, che lo porta verso la spiaggia. Quindi è, che il pelo degl'influenti ancorchè inclinati nelle parti vicine a' loro sbocchi in mare, si trova spesse volte affatto orizzontale, e specialmente ove siano in magrezza rispetto alle loro proprie acque, insinuandosi entro di essi il mare nel flusso, e andando ad incontrarne la superficie dentro il loro alveo come in F. Ove poi il recipiente, di cui si tratta, sia un altro fiume, conviene avvertire che lo stato di sua maggior bassezza non è il medesimo, quando l'influente che dee sboccarvi sia magro, e quando si trovi in escrescenza, dovendosi in questo secondo caso l'orizzonte della maggior bassezza del primo rialzar di tanto, quanto una piena dell'influente può rialzarlo. Tal diversità facilita sempre il concorso de' peli nella sezione dello sbocco, mentre diminuisce la sezione dello sbocco all'influente povero d'acqua, e l'aumenta a lui medesimo se ne è abbondante.

Dalle cose finora dette si raccoglie (ciò che l'autore ha avvertito nel §. seguente) che ne' fiumi capaci di corrosione, e già stabiliti, cioè in quelli che hanno potuto una volta allargare, ed abbassare il loro sbocco, sino a segno da

che influisce; ciò rendesi manifesto dal considerare, che cessando l'acqua influente, quella del recipiente rigurgiterebbe; come in tal caso di fatto rigurgita per l'alveo dell'influente; e perciò quella forza medesima che può spingere l'acqua del recipiente all'insù, s'oppone all'ingresso dell'influente. Può questa considerarsi in due maniere; cioè 1.° *o come* (1) *il solo momento della pressione dell'acqua;* e questa siccome non può spingere il rigurgito, che sin dove

dar passaggio a tutta l'acqua d'una loro massima piena sotto il pelo infimo del recipiente nella sezione del detto sbocco, la velocità che hanno in questa sezione, ancorchè il recipiente sia nella sua maggiore bassezza sempre è impedita, e minore di quella, che produrrebbe la discesa del fiume dalla sua origine o reale, o equivalente, e di quella eziandio che produrrebbe l'altezza corrente dell'istessa sezione se fosse libera; e perciò è indispensabile, che essa sezione sia più capace delle altre, per le quali passa la stessa quantità d'acqua, e che sono esenti da tale impedimento, o sia poi che tale capacità maggiore si sia acquistata in profondità, o in larghezza, o nell'una, o nell'altra dimensione. E lo stesso proporzionalmente si dee applicare alle altre sezioni superiori a quella dello sbocco, fino a quel segno ove risentono del detto impedimento (che è ciò che si chiama rigurgito) e a misura che ne risentono. Maggiore si fa poi l'impedimento predetto, ove il recipiente si alzi di superficie, e a maggior distanza se ne può estender l'effetto.

Si raccoglie in oltre, che quantunque l'alvéo d'un fiume si supponga stabilito in ogni altra sua parte tanto in declività, che in larghezza, tuttavia il suo sbocco, e il fondo vicino allo sbocco fino ad una certa distanza sempre mai è soggetto a qualche vicenda d'interrimento, e di escavazione, ma dentro certi limiti, nè può mai dirsi stabilito, se non quanto si va librando fra' predetti limiti, secondo gli accidenti considerati nella presente annotazione.

(1) Questa asserzione pare così evidente, che non abbia bisogno di prova. Nè si dica che quella sezione AB (*fig.* 71.) al cui fondo B arriva precisamente il livello della superficie del recipiente, essendo appoggiata alla sezione inferiore a lei contigua, e questa di mano in mano all'altra CD ec. più vicine allo sbocco EF, le quali tutte si alterano, e si rialzano per le resistenze che incontrano, debba restare anch'essa sostenuta, e risentirsi di tal resistenza; imperocchè quando è fatto l'equilibrio delle forze dell'influente, e del recipiente, e il pelo del primo si è renduto permanente in AE, certo è che per tutte le sezioni DC, EF ec. si scarica la medesima quantità d'acqua, che si affaccia ad AB; dunque non ha questa alcuna cagione che l'obblighi ad arrestarsi, e ad alzarsi. Nè fa caso che la velocità delle dette sezioni, come DC, essendo minore di quella di AB possa farle contrasto, e trattenerla in collo, perchè in ricompensa della minor velocità succede la maggior ampiezza delle medesime, o sia per la loro maggiore profondità (come nella figura si è espresso) o per la maggior larghezza, che necessariamente debbono avere, se esssendo meno veloci non sono più alte, e perciò l'acqua, che si presenta ad AB, resta nella sua libertà di scorrere spandendosi nella maggior capacità delle dette sezioni, comecchè entrata poscia in esse debba anch'ella rallentarsi di moto. Anzi l'esperienza dimostra, che ne pure l'effetto del rigurgito non si rende sensibile in tanta distanza, come si scorge nel Pò, il cui fondo non lungi dalla stellata essendo a un dipresso a livello del pelo basso del mare, ciò non ostante non soffre il pelo di quel fiume alcun minimo cangiamento non solo nelle cotidiane vicende del flusso ordinario, ma ne pure nelle

arriva l'orizzontale della superficie dello sbocco, così non può estendere maggiormente gli effetti dell' impedimento, che apporta all' influente; (1) *o pure 2.° vi si aggiunge l'impeto acquistato per la caduta, o per qualche altra forza esterna;* e questo se non si rifrange dagl' impedimenti dell'alveo influente, come per lo più succede, è potente a fare avanzare il rigurgito ec. qualche cosa di più, di quello che porta la forza del solo equilibrio.

Co' mezzi medesimi può operare l'acqua del fiume influente, affine di superare il contrasto del recipiente; poichè ella può fare lo sforzo alla foce, o per solo momento di pressione, o per quello dell' impeto preconceputo; per lo solo momento di pressione, trovandosi l'acqua tanto dell' uno, quanto dell'altro all' altezza medesima, tanto contrasta l'acqua che impedisce lo sbocco, quanto fa forza quella, che tenta di acquistare lo scarico; e perciò essendo equilibrate le forze per questo capo, resta che la prevalenza del fiume ch' esce dallo sbocco, si desuma dall' impeto. Può questo nascere, o in tutto, o in parte. 1.° Dalla discesa, la quale avendo cominciato a rendere veloce l' acqua, assai più sopra allo sbocco, non può di meno di non essere maggiore, e di non superare il momento della sola pressione dell' acqua recipiente. 2.° (2) Può nascere il medesimo impeto dalla sola pressione; ma perchè l' impeto è accompagnato da una velocità

---

maree, che talvolta si alzano allo sbocco da cinque piedi; e appena tali mutazioni si manifestano al Ponte di Lagoscuro situato da 10, o 11 miglia più verso gli sbocchi, come si rileva dalle osservazioni de' segni stabili fatte nella visita del 1721, il che mostra, che in pratica non solo nel punto B, ma ne pure per buon pezzo al disotto la resistenza del recipiente (almeno in un fiume di sì poca inclinazione, come è il Pò) non fa alcun notabile effetto.

(1) Un tal caso può succeder nel mare, quando spinge con violenza le sue onde entro lo sbocco d'un fiume, o pure in un fiume recipiente, che incontri l'influente con direzione opposta al corso di questo, o almeno inclinata ad angolo ottuso dalla parte superiore.

(2) Non saprei figurarmi il caso, che l'impeto dell'acqua dell'influente nascesse dalla sola pressione, e ciò non ostante potesse prevalere alla resistenza del recipiente, se non quando il primo fosse orizzontale anco in superficie, e allo sbocco di esso si affacciasse ad un tratto l'acqua del recipiente, purchè con superficie alquanto più bassa di quella del detto fiume (o almeno più bassa di quella, la cui pressione spinge quella del fiume) perocchè in tal caso seguiterebbe tuttavia ad uscire dallo sbocco, se non tutta l'acqua, che prima per esso correva, almeno tutta quella quantità, che in tale stato vi potrebbe correre. Ma in tal caso parmi, che propriamente parlando la pressione del fiume influente prevaglia a quella del recipiente, non tanto per esser la prima congiunta con velocità attuale, laddove in questa è solamente potenziale (come l'autore si esprime) quanto perchè la detta velocità attuale è maggiore di quella, che potrebbe produrre la pressione dell'acqua del recipiente; e in fatti se l'influente nel presentarsi al recipiente ne trovasse la superficie per l'appunto allo stesso livello si estinguerebbe

attuale, con una determinata direzione, ed il conato della pressione non è che una velocità potenziale, senza alcuna vera determinazione, ma bensì indifferente a riceverle tutte; ne segue che l' impeto dell' acqua dell' influente prevalerà alla sola pressione, e perciò scacciando dallo sbocco l' acqua del recipiente, entrerà nell' alveo di questo, e prenderà i di lui moti e direzioni.

(1) Sia per maggiore chiarezza AC (*fig.* 47.) l' altezza dell' acqua del fiume influente, e sia il punto A la superficie dell' acqua nello

---

ogni impeto, ed ogni velocità, rimanendo la direzione del moto indeterminata fra due forze eguali, ed opposte. Quando poi l'influente è qualche poco inclinato non si può pretendere in rigor matematico, che almeno la superficie di esso non abbia qualche poco d'impeto conceputo per la discesa.

(1) Dopo di avere considerata in generale la resistenza del recipiente all'influente si passa in questo luogo a dir qualche cosa di più particolare intorno alle proporzioni, e alle leggi di tal resistenza, cioè con qual regola si alterino le velocità de' fiumi per lo contrasto, che ricevono da' loro recipienti: materia certamente oscura, e di cui riconosce l'autore medesimo le difficultà, nè so se queste possano per anco dirsi totalmente appianate da quelli che dopo lui hanno scritto. Stimò egli potersi rappresentare la proporzione delle resistenze nelle diverse profondità delle parti dell'acqua sotto la superficie del recipiente (quando questo sia stagnante, e privo d'ogni moto, o almeno senza alcuna direzione, che contrasti con quella dell'influente) colle applicate d'un triangolo per esser queste proporzionali alle dette profondità in ragione delle quali giudicò, che stassero le resistenze, come vi stanno senza dubbio i pesi, o le pressioni, come egli spiega in questo luogo; ma quando anco sussistesse tal proporzione, che altri non ammettono, non si potrebbe (come egli stesso avverte) rilevare da ciò alcuna misura degli effetti delle resistenze, essendo a tal fine necessario non pure sapere la proporzione di queste fra loro, ma anco colle forze dell'acqua del fiume, il che egli non ha determinato.

Il sig. marchese Poleni nel trattato *de motu aquae mixto* volendo rappresentare con una linea curva le velocità delle diverse parti dell'acqua all'uscire dalla luce AB (*fig.* 72.) d'un vaso AD immerso in altr'acqua stagnante fino al livello GCE, considerò, che posta BA l'altezza dell'acqua entro il vaso sopra il suo fondo B le velocità libere, cioè quelle della parte AC della luce doveano terminare ad una parabola ACE descritta coll'asse AC col vertice A, ma le impedite, cioè quelle della parte BC doveano esser tutte eguali a quella del punto C, e però terminare alla retta EF paralella a BC; perciocchè dal punto C in giù equilibrandosi la pressione dell'acqua entro il vaso colla resistenza dell'acqua esteriore GCE non rimaneva, che l'eccesso AC della pressione di quella del vaso, che potesse imprimere velocità a quella che si affacciava alla parte impedita BC. Quindi il complesso delle velocità di tutta la luce AB veniva rappresentato per lo spazio parte parabolico, parte rettilineo AEFB. Ma perchè le sperienze mostravano, che da tutta la luce predetta AB usciva in un dato tempo alquanto meno d'acqua di quello, che un tal discorso avrebbe richiesto, (il che risultava dal confronto d'altre sperienze da lui fatte colla medesima luce, e sotto la medesima altezza AB senza l'impedimento dell'acqua esteriore GCE) prese per ipotesi, che la resistenza dell'acqua GCE facesse alterare eziandio le velocità libere fra A, e C, salva tuttavia la ragione dimezzata delle altezze; e perciò conchiuse doversi bensì

sbocco: certa cosa è, per le cose dette di sopra, che se il fiume correrà per velocità acquistata nella discesa per l' alveo inclinato, le velocità della perpendicolare AC termineranno al segmento parabolico EHD, dimodochè la figura ABDC sarà il complesso o somma delle velocità di detta perpendicolare. In oltre, se ci immagineremo che operino dalla parte opposta i conati soli dalla pressione del fiume recipiente; essendo questi tra loro in proporzione delle altezze, saranno le loro impressioni contenute nel triangolo CAD, il quale detratto

---

esprimere le dette velocità libere per una parabola, ma di minor parametro di quella, che le esprimerebbe rimosso il detto impedimento, e doversi poscia le impedite rappresentare per un rettangolo fatto sulla medesima ordinata della detta nuova parabola, coll'altezza BC, e diede ancora alcune formole per trovar a un dipresso la proporzione del detto parametro, a quello della parabola ACE, che si prendesse per esprimer le velocità quando tutta la sezione AB fosse libera.

Ma il padre ab. Grandi nella proposizione 36 del libro a del movimento delle acque stima, che le resistenze dell'acqua di un recipiente stagnante, o considerata come stagnante, si debbano esprimere per quelle velocità, che essa è atta a produrre, e che in fatti si sforza di produrre nell'affacciarsegli l'acqua dell'influente col tentare d'insinuarsi entro il suo alveo, per modo che il recipiente tanto di velocità distrugga in ciascuna parte dell'acqua, che entra in esso, quanto appunto sarebbe atto ad imprimergliene colla sua pressione; e però essendo le velocità, che egli potrebbe produrre in ragione dimezzata delle sue altezze, ne segue, che le resistenze si rappresentino anch'esse per una parabola, che abbia il vertice nella superficie del recipiente, e per asse l'altezza di essa sopra il fondo dello sbocco, la qual parabola dee avere il medesimo lato retto che l'altra rappresentante le velocità (la quale ha il suo vertice nell'origine reale, o equivalente del fiume) acciocchè quando nell'una la discesa è eguale all'altezza dell'altra, le velocità prodotte siano fra loro eguali.

Finalmente il sig. Pitot trattando di questo argomento nelle memorie dell'accademia reale delle scienze del 1730, benchè non si avanzi a determinare la scala delle resistenze stabilisce tuttavia in generale di quanto la velocità totale dell'influente debba scemare per lo contrasto del recipiente nella sezione dello sbocco. Egli trova dunque in primo luogo mediante una formola universale analitica la perdita di velocità, che farebbe un fiume BACD (*fig.* 73.) se nello sbocco AC incontrasse un altro fiume MACP, la cui direzione LE fosse diametralmente opposta alla direzione del primo KE. Quindi riducendo il teorema al caso particolare, che la velocità del fiume MACP fosse nulla, trova che il fiume BACD sempre dee perdere la metà di quella velocità, con cui si presentò allo sbocco AC, e con cui sarebbe sboccato se non avesse incontrato l'ostacolo del recipiente. Giova riferir quì la sua dimostrazione ristretta a questo caso particolare, e sviluppata dalle specie analitiche, affinchè s'intendano i fondamenti, sopra quali egli ha avanzata una tal regola. Parmi dunque, che si riduca al seguente discorso.

Intendasi adattato alla sezione dello sbocco un piano materiale AEC (come a dire una sottilissima lastra di vetro, o d'altro, che sia) al quale si affacci ad un tempo stesso da una parte l'acqua dell'influente, con quella velocità con cui essa giugne allo sbocco, e dall'altra si appoggi nella medesima altezza l'acqua del recipiente, priva tuttavia d'ogni moto. Certo è, che il piano AEC non potrà concepire per l'impulso di quella del fiume tutta quella velocità, di cui questo è

dal segmento parabolico, resterà il triangolo misto ABHD, che misurerà l' eccesso delle velocità sopra l' energia de' conati; e perciò essendo questi superati da quelle, potrà il finme influente entrare nel recipiente. Similmente, posto che il fiume influente corresse colla sola velocità dovuta all' altezza del corpo d' acqua, essendo che tali velocità occupano la figura di una parabola, come CADB (*fig* 48.) e le impressioni del conato quella del triangolo CAB; le velocità dell' influente supereranno, anche in questo caso, le impressioni de' conati che fa l' acqua del recipiente, di quanto importa la figura ABD;

---

dotato, come farebbe se non trovasse alcun contrasto. Per determinar dunque di quanto la velocità, che concepirà il piano, sia per mancare da quella del fiume, si consideri, che essendo il piano spinto da una forza col contrasto della resistenza di quel fluido, che dee traversare, è necessario che egli venga da queste due cagioni determinato ad un tal grado di velocità, posto il quale l'azione della forza, e la reazione della resistenza fra loro si equilibrino, altrimente prevalendo la forza, il piano concepirebbe velocità maggiore, e minore prevalendo la resistenza. La velocità dunque che dovrà prendere il piano allo sboccare del fiume dal suo alveo, sarà quella che è necessaria, affinchè la resistenza che gli farà l'acqua del recipiente, la qual resistenza è variabile dipendentemente dalla stessa velocità del piano, uguagli la forza che avrà il fiume a spinger il piano, la qual forza è anch' essa variabile dipendentemente dalla detta velocità, mentre consiste nell'eccesso della velocità del fiume sopra quella del piano, giacchè con questo solo eccesso (che è la velocità rispettiva del fiume) farà forza il fiume contro il piano per moverlo, restando senza alcun effetto in ordine a tal moto quella parte di velocità, che è comune al piano, ed al fiume. Ora la resistenza dell'acqua stagnante, che risponde a qualsivoglia velocità d'un mobile entro di essa, è uguale alla forza, con cui l'acqua spignerebbe lo stesso mobile, se stando egli fermo essa si movesse contro di lui colla medesima velocità, e questa forza si esprime per lo quadrato del detto eccesso; dunque il piano dee concepir tal velocità, che il quadrato di essa sia eguale al quadrato dell'eccesso della velocità del fiume sopra lei medesima, e però è necessario che la velocità del piano sia eguale a tal eccesso, e quel che è il medesimo, che la velocità del piano sia la metà di quella del fiume. Dunque finalmente (conchiude il sig. Pitot) o vi sia il piano materiale AEC, o non vi sia, dovrà l'ultima superficie, o falda dell'acqua del fiume in quell' istante che esce dall'alveo, e sbocca nel recipiente, ridursi alla metà di quella velocità, con cui vi sarebbe sboccato, se non avesse incontrato l' ostacolo di esso al suo sbocco.

In questa ingegnosa dimostrazione, pare che l'autore consideri quella sola resistenza che fa l'acqua del recipiente all'esser divisa, e traversata dal corso del fiume influente per quella forza comune a tutte le parti della materia, e che chiamano d'*inerzia*, la quale resistenza appunto ne' fluidi è proporzionale al quadrato delle velocità del corpo, che entro di essi si dee movere, ed è la medesima per qualunque direzione, e in qualunque profondità debba seguire il moto, variandosi solo al variarsi delle velocità; laddove nelle altre ipotesi adotte di sopra, pare che sia stata considerata quella sola resistenza, che il recipiente fa col suo peso all' ingresso dell' influente, la quale è varia a diverse profondità, e si esercita contro lo sbocco per direzione orizzontale, senza aver alcuna dipendenza dalla velocità dell' influente. Converrebbe forse aver riguardo all' una, ed all' altra

con questa avvertenza però, che dette figure residue non danno alcuna cosa di assoluto, per non potersi determinare la proporzione della forza della velocità massima alla forza del conato massimo, nella medesima maniera che non è paragonabile la forza della percossa, a quella della semplice gravità; essendo però certo nell' uno, e nell' altro caso, che maggiore è la forza di un grave mosso, di quella che avrebbe il medesimo, trovandosi nel semplice conato al moto; il che nel nostro caso vuol dire, che la base della parabola CAB, o del segmento CABD, dovrà sempre essere maggiore della base del triangolo

---

di queste due cagioni di resistenza per dedurne la vera regola, e la scala delle resistenze totali del recipiente, del che qualche cosa diremo nell'annotazione seguente.

Tralascio ancora di ponderare, se nel surrogare che si fa al piano materiale AEC l' ultima superficie dell' acqua, che arriva allo sbocco rimanga alcuno scrupolo. Solamente osservo, che supposta la verità del teorema, e figurando che si tratti d' un fiume PQ (*fig.* 74.) il quale liberamente scorra senza alcuno impedimento dalla sua origine P, allo sbocco Q, resta dimostrato che quella velocità, a cui egli si ridurrà allo sbocco, sarà eguale a quella che ebbe in R a un quarto della sua discesa dopo l' origine (per esser le velocità in tal supposto, come le radici quadrate delle discese): ma non è già dimostrato, che tutte le sezioni da un quarto della discesa in giù si debbano ritardare, e ridurre alla stessa velocità, a cui si riduce la sezione dello sbocco, potendo darsi che le più lontane seguitino tuttavia ad accelerarsi almeno fino a quella sezione GF, al cui fondo G arriva l' orrizzonte del recipiente HX, come si è detto nell' annotazione 2. E però supposte le sezioni di figura rettangola, e di larghezza uniforme, e supposto che per l' alzamento che dee seguir allo sbocco, non si aumentasse la velocità, dovrebbe bensì la sezione QX alzarsi fino in QZ, doppia della stessa QX, ed eguale ad RY, che è situata a un quarto della discesa, ma le sezioni di mezzo VT, FG potrebbero ciò non ostante rimaner tutte meno alte delle estreme RY, QZ, senza che però alcuna fosse la metà meno. Quindi è forse, che il sig. Fontanelle riferendo questo passo del sig. Pitot nell' istoria dell' accademia del detto anno 1730 si è contentato di dire, che da RY in giù non dovrebbe correre fra le sezioni del fiume, che poca differenza di velocità, nè di altezza.

Per altro ne' fiumi naturali capaci di corrosione, secondo le cose dette, non si potrebbe mantenere l' eccesso d' altezza XZ sopra il pelo del recipiente (almeno ove questo durasse lungo tempo nella positura HX, come succede nelle sue maggiori bassezze) ma rendendosi lo sbocco o più largo, o più cupo, si torrebbe la cascata XZ, e tutto il fiume anco nelle sue piene si farebbe passaggio sotto il pelo XH in quella profondità XS, che a ciò fosse necessario.

Da ciò parrebbe che si potesse inferire, che quando un fiume porta il suo pelo permanente XY ad unirsi nello sbocco, col pelo del recipiente HX in X, la metà dell' altezza SX (la quale si supponga essere MS) fosse quell' altezza, con cui il fiume in quella tal portata d' acqua sarebbe arrivato allo sbocco, se non avesse avuto il contrasto del recipiente; poichè dovendo secondo il teorema, la velocità dello sbocco impedito essere la metà di quella dello sbocco libero, dovrà all' incontro l' altezza nello sbocco libero SM essere la metà della SX, che è quella dello sbocco impedito, purchè la sezione dello sbocco sia un rettangolo. Ma un tal discorso non reggerebbe, Imperocchè il fiume non si sostiene all' altezza

CAD, o CAB, dal che ne nasce la prevalenza delle velocità sopra de' semplici conati.

Non è dunque *possibile che un fiume influente, il quale abbia lo sbocco a seconda del corso del recipiente, o che entri in un' acqua stagnante sia rigettato da essa;* anzi piuttosto a misura dell' impeto che avrà nell' ingresso, farà mutare, o prendere qualche direzione all' acqua, dentro della quale esso si scarica, come abbiamo detto dovere succedere a' laghi ec. *nel capitolo antecedente*. (1) Non v' ha

---

SX, per quel solo impedimento che avrebbe potuto fargli il recipiente, se si fosse presentato ad esso in quell' altezza che richiedeva la sua velocità libera, ma per tutto quel contrasto di più, che il recipiente gli ha fatto, fino a che l' influente si sia stabilito, ed equilibrato con esso, il che si suppone esser seguito nella detta altezza SX, appunto come se l' influente correndo libero, avesse trovato il recipiente all' orizzonte della sua altezza nello sbocco, e poi nell' alzarsi che ha dovuto fare per la velocità scemata, si fosse ad un tempo stesso andato alzando anco il recipiente, fino a che si fossero equilibrati.

Si sono dovute riferire queste varie ipotesi intorno alle resistenze che soffrono i fiumi da' recipienti nel loro sbocco, affinchè ciascuno possa scegliere quella che stima più ragionevole, o forse surrogarne ad esse alcun' altra, quando in niuna di esse restasse interamente soddisfatto, dovendo tale scelta a mio credere dipendere più, che da altro dall' esperienze.

(1) La diversità delle ipotesi tanto delle velocità de' fiumi, quanto delle resistenze che soffrono da' recipienti negli sbocchi, e il non aversi positiva certezza, che alcuna di esse sia veramente conforme alla natura, rende estremamente difficile, e talvolta impossibile il ridurre a regola, e a misura gli effetti de' quali quì si tratta in qualsivoglia stato, o sia dell' influente, o del recipiente.

Il metodo con cui si dovrebbe procedere in tal ricerca parmi, che sia quello che ci ha indicato il p. ab. Grandi nella proposizione 36 del libro 2 avendo adattato a quelle ipotesi delle velocità, e delle resistenze che egli seguita. Suppone egli che il fiume si vada tuttavia accelerando nella sua discesa, onde le sue velocità libere nella sezione dello sbocco si rappresentino (*fig.* 75.) per un segmento della parabola OH, il cui vertice O sia nell' orizzonte dato OL dell' origine reale, o equivalente del fiume. Data dunque (o calcolata per mezzo di altri dati) l' altezza MR, sotto cui egli giugnerebbe allo sbocco in quella portata d' acqua, in cui si ritrova senza l' impedimento del rigurgito, e dato l' orizzonte del recipiente AT (il quale quando il recipiente sia un altro fiume, si dee intendere alzato di tanto, quanto l' influente può farlo alzare in tale stato) vuole che si descriva la curva delle resistenze, che egli suppone essere un' altra parabola AS del medesimo parametro della prima, e col vertice nella superficie del recipiente allo sbocco A. Indi condotte le ordinate MR, AF alla parabola OH, lo spazio MRHB rappresenterà il complesso delle velocità libere dell' influente nello sbocco, e per conseguenza esprimerà la quantità dell' acqua che si dee scaricare per lo sbocco, e per qualsivoglia altra sezione del fiume; e parimente lo spazio AFHB rappresenterà la quantità dell' acqua, che colla medesima scala delle velocità libere passerebbe per lo sbocco sotto tutta l' altezza AB; ma detrattene le resistenze espresse per la parabola ASB, rimarrà lo spazio AFHS, che esprimerà ciò che resterebbe di vivo alle velocità della scala AFHB, e per conseguenza mostrerà la quantità d' acqua che si scaricherebbe sotto l' altezza AB, colle velocità impedite

dubbio però, che *se l'acqua del fiume recipiente crescerà, restando invariata quella dell'influente*, non *possano crescere i conati della prima tanto, da pareggiare, o superare le velocità della seconda;* ma in tal caso, ritenuta l'acqua nell'alveo dell'influente, s'alzerà ben presto di corpo, in soccorso delle velocità ritardate, che però mai potrà rimettere allo stato di prima; perchè accresciuta la sezione per l'alzamento dell'acqua allo sbocco, l'impeto preconceputo si spargerà per essa; e perciò resterà in ogni parte minore. Che se l'acqua del

---

dal rigurgito. Se dunque lo spazio AFHS sarà eguale allo spazio MRHB, passerà sotto l'altezza AB, non ostante l'impedimento del rigurgito, tutta per l'appunto l'acqua che porta il fiume, e però il pelo di esso si alzerà fino in A, come in PA, e concorrerà nello sbocco coll'orizzonte del recipiente TA. Ma se AFHS fosse minore di MRBH, sarebbe d'uopo che l'influente si alzasse nello sbocco sopra di A, come in Y, talmente che ordinando YI lo spazio AYIHS uguagliasse il dato MRHB, andando poscia il suo pelo ad incontrar quello del recipiente dentro l'alveo di questo; e al contrario ove AFHS fosse maggiore del predetto spazio dato, l'influente prima di giugnere allo sbocco, si seppellirebbe sotto l'orizzonte del recipiente prodotto entro l'alveo del primo, e andrebbe poi a passare per la sezione dello sbocco di sotto da A, come in X, cosicchè ordinando XGC lo spazio GCHS fosse eguale al dato, onde nell'uno, e nell'altro caso sarebbero determinabili i punti Y, X. Anzi applicando la medesima costruzione alle altre sezioni superiori a quella dello sbocco, e che risentono qualche effetto di rigurgito (le quali avranno i vertici delle parabole esprimenti in esse le velocità libere nel medesimo orizzonte OL) si ponno trovare quanti altri punti si vogliono del pelo dell'influente sostenuto dal rigurgito, e determinarne la positura PA, ovvero VY, o pure DX secondo i tre casi predetti, o rettilinea, o curvilinea che ella sia, e con ciò avere ancora, almeno per approssimazione nel secondo, e nel terzo caso il punto del concorso delle superficie de' due fiumi coll'orizzonte TA. Conviene però avvertire, che se questo orizzonte AT fosse più alto del punto O, il recipiente dovrebbe correre all'insù per l'alveo dell'influente, caso che può succedere facilmente in queste ipotesi, ove l'origine equivalente L non sia molto alta.

Ritenendo l'istessa supposizione intorno alle velocità libere dell'influente, cioè supponendole di nuovo terminate (*fig.* 76.) alla parabola OH col vertice O nell'orizzonte OL dell'origine del fiume o reale, o equivalente, e la quantità d'acqua, che per esso scorre espressa dallo spazio MRHB della detta parabola, se si supponesse secondo l'ipotesi del sig. Pitot doversi dal contrasto del recipiente non solo diminuire per metà la velocità totale dell'influente, come egli vuole, ma scemare parimente (come è verisimile in tal supposto) della metà ciascuna delle velocità parziali delle diverse parti dell'acqua nelle sue diverse profondità; la scala delle resistenze sarebbe di nuovo un arco di parabola GQ compreso fra le ordinate AF, BH, il cui vertice O sarebbe il medesimo, che quello della parabola OH, ma il parametro suqquadruplo di questa, che così le velocità AF, BH ec. rimarrebbero per l'appunto ridotte dalla resistenza del recipiente alla loro metà AG, BQ ec. In tal supposizione dunque se lo spazio GFHQ, il quale esprimerebbe la quantità d'acqua, che non ostante l'impedimento del rigurgito potrebbe passare per la sezione AB, si trovasse eguale allo spazio MRHB esprimente la quantità d'acqua dell'influente, si alzerebbe questo fino in A, come nel primo dei tre casi poc'anzi distinti, ma se GFHQ fosse minore di MRHB, si farebbe luogo

recipiente crescerà con più celerità di quello, possa elevarsi l' acqua dell' influente, come succede quando questo è assai magro, allora l' acqua dell' altro, non solo sul principio le impedirà l' ingresso, ma ancora entrerà nel di lui alveo, e concorreranno a farlo elevare di pelo, non solo l' acqua trattenuta, ma la rigurgitata; e fatto che sia l' alzamento a un dipresso, sino al livello della piena del recipiente, resterà l' acqua quasi senza moto apparente, e farà l' effetto di un lago che riceva dalla parte superiore, l' afflusso continuo di poca acqua; onde

---

a ciò che si è detto nel secondo caso, e se maggiore nel terzo; e l' istesso discorso avrebbe luogo se la scala delle resistenze GQ fosse qualsivoglia altra curva, ritenuta sempre per la scala delle velocità la parabola OH.

Si supponga ora, che le velocità libere dell' influente in vece di terminare alla parabola OH, che ha il vertice in un punto fisso O, terminino ad un' altra parabola, il cui vertice si debba trovar sempre nella superficie dell' acqua dell' influente, o almeno a pochissima altezza sopra di essa, e per conseguente vada alzandosi, o abbassandosi a misura che essa si alza, o si abbassa, come richiedono le ipotesi del nostro autore, volendo egli che ne' fiumi dopo scorso qualche tratto dalla loro origine si spenga affatto la velocità della discesa (fuorchè nella superficie, o vicino ad essa, dove qualche poco ne rimanga, senza aumentarsi però di vantaggio nel proseguimento della discesa per lo meno, finchè dura l' istessa pendenza) onde la loro velocità libera dipende quasi del tutto dall' altezza viva, sotto cui corrono nelle loro sezioni. In tali supposti sia (*fig.* 77.) BM l' altezza con cui passerebbe l' acqua del fiume per la sezione dello sbocco senza il rigurgito (la quale altezza si può prendere in queste ipotési, come eguale a quella delle sezioni superiori egualmente larghe, e non soggette a rigurgito) e la quantità dell' acqua sia rappresentata dalla parabola MBH, che abbia il vertice M nella superficie M, o in qualche piccola altezza sopra di essa. Sia l' orizzonte del recipiente AT, e ritenendo l' ipotesi delle resistenze del padre ab. Grandi descrivasi col vertice A la parabola AS, il cui lato retto sia il medesimo, che quello della parabola MH. È manifesto, che volendosi considerare come affatto nulla la velocità della superficie, che avrà l' influente rialzato dal rigurgito, onde la parabola delle velocità libere (la quale dee avere lo stesso parametro colle due MH, AS) abbia il vertice nella stessa superficie dell' influente, non potrà tal superficie stabilirsi nel punto A, nè di sotto al punto A, perciocchè passando per A coinciderebbe colla parabola delle resistenze AS, onde per la sezione AB niente affatto di acqua potrebbe aver esito, e molto meno passando di sotto ad A dove prevalerebbero le resistenze alle velocità, onde dovrà per necessità il pelo dell' influente alzarsi di sopra al punto A, come in N a tale altezza, che descritta col detto lato retto la parabola NL lo spazio ANLS uguagliasse lo spazio dato MHB, e però in questa combinazione d' ipotesi sempre converrebbe, che l' influente si alzasse allo sbocco più del recipiente, a qualunque altezza si trovasse quest' ultimo, e qualunque fosse la portata d' acqua del primo. Che se la velocità della superficie dell' influente dopo l' alzamento che dee seguirne, non si volesse riguardare, come totalmente nulla (e tale certamente non può essere in rigor matematico, ove essa sia pur qualche poco inclinata) allora potrebbe bensì il pelo dell' influente stabilirsi ora nel punto dello sbocco A, ora sopra, ed ora eziandio qualche poco sotto di esso, ma sarebbe impossibile il determinare il punto preciso, se non si sapesse quanta velocità converrebbe alla superficie di quel fiume

siccome ne' laghi l' acqua esce dall' emissario, così anche in questo caso è necessario che l' acqua esca per la foce del fiume, che ha ragione di un emissario eguale, se non maggiore del lago medesimo. La ragione di ciò si è, perchè sebbene l' acqua rigurgitata sembra stagnante, non è però priva affatto di moto, tutto che inosservabile, a cagione del quale viene spinta a scaricarsi; e la causa efficiente di ciò non è altra che quella picciola elevazione di acqua che fa l' inclinazione alla superficie del rigurgito, e che la rende qualche poco più alta nelle

---

in qualsivoglia suo possibile alzamento, per potere da tal velocità nota dedurre (se pur questo ancora fosse possibile) l' altezza del vertice della parabola sopra la superficie rialzata, e con ciò cercar poscia quella posizione di superficie, sopra cui prendendo la dovuta altezzza per aver il vertice, e descrivendo la parabola, lo spazio compreso fra essa, e la parabola delle resistenze AS terminato di sotto all' ordinata del fondo, e di sopra a quella della superficie dell' influente uguagliasse il detto spazio MHB esprimente la quantità dell' acqua del fiume. Ma tal notizia, cioè quanta fosse per essere la velocità della superficie in ogni possibil rialzamento del fiume nella ipotesi dell' autore non si può avere per alcuna regola, non potendosi quì ricorrere alla maggiore, o minor discesa, che secondo lui niente opera in tali casi. Anzi se ben si considera tal velocità dipendendo ne' suoi supposti in qualche parte della maggiore, o minore inclinazione della superficie, di cui si tratta, la cognizione di quella richiederebbe, che si sapesse quanto la detta superficie dovesse inclinarsi in qualsivoglia possibile rialzamento del pelo sostenuto dal rigurgito, onde mancano troppi dati per conchiudere quel che si cerca in tale ipotesi. L' istesso si troverebbe combinando l' ipotesi delle velocità del sig. Guglielmini, con quella delle risistenze del sig. Pitot, sopra che non mi tratterrò più a lungo, potendosi da ciò che si è detto intendere quello che seguendo sempre il metodo del p. Grandi, si debba fare, e quello che sia per risultare in ciascuna combinazione d' ipotesi di velocità, e di resistenze.

Intorno a queste ipotesi non lascerò per ultimo di soggiugnere, che attese le due sorte di resistenza, che si ponno considerare nel recipiente, secondo le cose da noi accennate nella annotazione precedente al §. *In questa* non sarebbe forse irragionevole lo spiegare l' effetto totale del rigurgito nel modo seguente. Sia OL (*fig.* 78.) la parabola delle velocità libere del fiume nella sezione dello sbocco AB, il vertice della quale sia nel punto dato O della perpendicolare AB. Sia il pelo del recipiente all' orizzonte AT, che tagli la detta perpendicolare in A, e per A si tiri l' applicata AC, che esprimerà la velocità libera, che compete al punto A della detta sezione. Condotta prr C la retta CK paralella ad AB, pare che le velocità di ciascun punto di sotto ad A fino in B, come del punto D in virtù del semplice peso, o della pressione del recipiente dovessero rendersi eguali ad AC riducendosi a DE, BK ec. e terminarsi alla rettta CK paralella ad AB (che è l' ipotesi del sig. marchese Poleni accennata nell' antecedente annotazione) onde per questo solo capo verrebbero a detraersi dalle velocità libere le porzioni EF, KL ec terminanti alla parabola CL, e lo spazio CKL sarebbe la scala delle resistenze. E se tirando OQ perpendicolare ad AB, e prendendo OQ eguale ad AC, col vertice Q si descrivesse per A la parabola QAI, il cui asse fosse paralello ad AB, è facile il mostrare, che questa avrebbe lo stesso parametro, che la parabola OL, e che lo spazio AIB compreso da essa, e dalla perpendicolare AB, fino all' ordinata del fondo BI, sarebbe eguale allo spazio CKL,

parti superiori, che allo sbocco; ed in conseguenza atta a generare maggiore velocità di quello che possa il conato dell' acqua recipiente, e sebbene in casi simili la predetta differenza di altezza è impercettibile ad ogni senso è però benissimo attesa dalla natura, che non l' addimanda maggiore di quella che basta per dare quella minima velocità, ch' è sufficiente a fare scaricare per una sezione amplissima (quale in tal caso è la foce del fiume) una picciolissima quantità di acqua. Se poi l' acqua del fiume recipiente esercitasse contro lo sbocco

---

e ciascuna delle rette DG terminate all' arco AI, eguale alla sua corrispondente EF terminata all' arco CL; onde lo spazio AIB sarebbe anch' egli la scala delle resistenze dipendenti da questa sola prima cagione, e le rette AC, GF, IL tutte eguali fra loro, esprimerebbero le velocità che resterebbero vive, detrattene le dette resistenze, onde si potrebbe figurare, che ciascuna linea d' acqua che si presentasse allo sbocco, come in D, in vece della velocità libera DF, non avesse che la GF, restando estinta dal peso, o sia dalla pressione del recipiente la parte DG. Ma perchè si dee aver riguardo all' altra ragione di resistenza considerata dal sig. Pitot, cioè alla difficultà che incontrerebbe l' influente nel dividere, e traversare il mezzo fluido del recipiente, e per questo solo capo si suppone secondo il suo teorema, che la velocità di ciascuna linea d' acqua si riduca alla sua metà, però detraendo dalle velocità residue AC, GF, IL tutte eguali fra loro la metà di ciascuna AM, GP, IH, la curva HPM esprimerebbe colle sue applicate AM, DP, BH, le resistenze totali da amendue le accennate cagioni; e i residui MD, PF, HL che sono parimente eguali fra loro, mostrerebbero ciò che resterebbe di vivo alle velocità; ed è facile il vedere, che la detta curva HPM sarebbe un' altra parabola coll' asse paralello ad AB, e col vertice V situato nella retta OQ in distanza eguale fra O, e Q.

Che se in vece di esprimer le resistenze dipendenti dalla prima delle dette due cagioni con lo spazio ABI d' una parabola col vertice in Q si stimasse doverle esprimere alla maniera del p. Grandi, cosicchè ABI fosse una parabola col vertice in A, e sempre dello stesso parametro delle altre, allora i residui AC, IL non sarebbero eguali, e la linea delle resistenze totali HM che le dividerebbe per metà, sarebbe un' altra curva di natura più composta.

Quando dunque fosse nota l' altezza BS, sotto cui il fiume correrebbe allo sbocco colle velocità libere della parabola OL, e per conseguenza noto lo spazio SRLB rappresentante la quantità d' acqua del fiume, descritta la curva delle resistenze totali HM nell' una, o nell' altra delle due maniere predette, se lo spazio MCLH terminato al di sopra dell' ordinata AC, che passa per la superficie del recipiente fosse eguale allo spazio SRLB, allora il pelo dell' influente dovrebbe alzarsi per l' appunto fino in A, e quando no, dovrebbe arrestarsi o sopra, o sotto il punto A, come si è spiegato nel considerare le altre ipotesi.

Volendosi però combinar queste ipotesi delle resistenze, con quella delle velocità del nostro autore, tornerebbero ad aver luogo le considerazioni fatte di sopra, cioè che se la velocità della superficie si supponesse affatto nulla, onde il vertice variabile della parabola dovesse sempre trovarsi nella superficie del fiume influente, non potrebbe giammai il pelo di questo stabilirsi nè in A, nè di sotto al punto A, ma necessariamente dovrebbe nello sbocco passare sopra quello del recipiente, e se la detta velocità della superficie non fosse affatto nulla, potrebbe bensì allora il pelo influente stabilirsi o in A, o sopra di A, o qualche poco di

non solo il conato, ma anche il moto attuale con qualche velocità, e direzione, o retta, o obbliquamente a lui contraria; in tal caso, o la velocità dell' influente sarà maggiore, o no: se sarà maggiore, è certo che rispingerà, e rivolterà ad altra parte la direzione del recipiente, e con ciò si farà luogo all' uscita; ma essendo minore, converrà che si elevi di superficie, molto più che nel caso antecedente, per imprimere alle parti inferiori dell' acqua, tanto di sforzo, quanto può bastare a superare la velocità, e direzione contraria, il che finalmente dee succedere col successivo alzamento di superficie, che tanto durerà a farsi maggiore, quanto lo sforzo dell' influente continuerà a non essere maggiore di quello del recipiente; cioè a dire, sin che detto alzamento possa imprimere ad ogni sezione tali gradi di velocità, da' quali astraendone un medio, sia esso ad un simile dentro di una sezione non impedita dal rigurgito, in proporzione reciproca delle sezioni medesime.

Di quì si può comprendere ciò che operino alle foci de' fiumi, i flussi, e le borasche del mare, e l' alzamento che cagionano all' *acque de' fiumi* medesimi, i quali *se avranno le sponde così alte, che siano sufficienti a sostenere l' acqua, a quell' altezza ch' è necessaria per ispingersi al mare;* al sicuro *sforzeranno qualsisia impeto dell' onde*. È ben anche evidente, che le sezioni degli sbocchi, e tutte quelle che restano impedite da' rigurgiti, devono acquistare tanto maggiore ampiezza (siasi in larghezza, o profondità) quanto viene indebolita la loro velocità; e perciò i fiumi reali si conservano le foci così aperte, che alle volte fanno l' ufficio di porti a' vascelli di alto bordo, quando la spiaggia del mare permetta loro di accostarvisi: questa è anche la ragione, per la quale molti fiumi richiedono più foci; alcuna delle quali alle volte si ottura, cioè la più impedita, o la meno veloce, nel qual caso, o l' acqua si volta per gli altri sbocchi, ne' quali sono minori gl' impedimenti, e per conseguenza il corso è più vigoroso, o pure se n' apre un nuovo più facile, e più spedito.

È da notare nel particolare delle foci de' fiumi al mare, che tanto i flussi, quanto i riflussi fanno diversi effetti considerabili, i quali ponno essere altrettanti corrollarj dedotti dalle cose dette di sopra, per ispiegazione del modo col quale i fiumi entrano in altri fiumi. Il che ec-

---

sotto, ma non ne sarebbe determinabile la positura per mancanza dei dati necessari, come si è spiegato poc' anzi in questa medesima annotazione.

Questo è ciò che ho stimato dover accennare intorno alla difficil materia dei rigurgiti, di cui tratta in questo luogo l' autore, e che non ho voluto tacere, benchè le conseguenze che ne risultano non siano in ogni parte uniformi a' suoi insegnamenti.

COROLLARIO I.

Durante il flusso, o marea alta, la velocità media delle acque del fiume si sminuisce; e perciò dà luogo alla deposizione delle torbide nel fondo dell' alveo; ma sopravvenendo il riflusso, o marea bassa, perchè levandosi l' ostacolo alla foce, l' acqua trattenuta in maggior altezza di quella che conviene alla sua quantità, acquista considerabile velocità; perciò tutta la materia deposta di nuovo s' incorpora all' acqua, e viene portata nel mare.

COROLLARIO II.

E perchè l' impedimento che fa un fiume all' ingresso d' un altro, è equiparabile al flusso marino, e maggiormente quando rigurgita nell' alveo di esso; perciò *il medesimo effetto succede anco agli sbocchi de' fiumi in altri fiumi*, interrendosi gli alvei degli influenti, durante il ristagno, o rigurgito, e di nuovo escavandosi al cessare de' medesimi; tutto ciò dunque che si dirà più a basso circa le foci al mare, si dee proporzionabilmente intendere degli sbocchi ne' fiumi.

COROLLARIO III.

Perchè il fiume dee poter entrare nel mare, nella di lui maggiore bassezza, anco con le sue massime piene, incontrandosi frequentemente che entrino fiumi pienissimi nel mare bassissimo di superficie; perciò egli *è necessario, che computata la larghezza della foce, acquisti nel resto in profondità una sezione proporzionata al corpo della massima piena, e tale profondità dee regolarsi sotto il pelo più basso del mare;* dal che ne nasce poi, che *alcuni fiumi non molto abbondanti d' acqua, i quali sboccano in mare* di tal sorte, *che* ne' loro flussi *si alzino venticinque, o trenta piedi, fanno una gran mostra di loro medesimi*, e si rendono navigabili in tempo del flusso da qualsivoglia legno, per tutta quella lunghezza che risente la marea.

COROLLARIO IV.

Incontrandosi di venire i fiumi pienissimi in tempo delle borasche maggiori, che vuol dire, in tempo nel quale hanno luogo i più grandi impedimenti che possano succedere alle loro foci; sono stati avvertiti gli uomini dell' altezza delle sponde che si richiede per provvedere all' espansioni laterali; e perciò occorrendo vi hanno fatti argini di altezza sufficiente a contenere l' acqua in quello stato, che come si è detto di sopra, è quello che cagiona lo scarico intero del fiume

per la sua foce; quindi è che *cessando la burrasca, o calando la marea in tempo, che anco duri l'altezza del fiume, si scarica nel mare copia d'acqua maggiore di quella sia somministrata dalla fiumara;* (1) e perciò dal punto nel quale i fiumi sono alterati dalle agitazioni, o ristagni del mare, *il fondo degli alvei si rende meno declive, e la declività va sempre scemando, quanto più s'accosta alla foce*. Che *se il fiume per se medesimo avrà tanta copia di acqua da mantenersi il fondo orizzontale*, in tal caso *si profonderà maggiormente*, e tanto per appunto, quanto s'egli portasse di acqua propria, tutta quella abbondanza che li viene aggiunta, o ristagnata dentro l'alveo, per lo gonfiamento del mare: e questo è ciò che vogliono inferire gli architetti delle acque quando dicono che *i flussi, e riflussi del mare mantengono espurgati gli alvei de' fiumi per tutto quel tratto al quale essi arrivano*.

COROLLARIO V.

Ne' fiumi che hanno lo sbocco aperto al mare, se l'acqua di essi non si altera di sostanza, o di sapore dentro l'alveo proprio, per

(1) Per più piena spiegazione di ciò che quì si asserisce, si dee avvertire, che lo stabilimento di tutto l'alveo superiore del fiume dipendendo da quello dello sbocco, si dee intendere, che il primo sia succeduto in seguito del secondo, e non già che dopo stabilito il letto superiore la parte più vicina allo sbocco si sia ridotta a quelle declività delle quali quì si parla, e che sono effetto del flusso, e riflusso del mare. Fingiamo dunque (*fig.* 79.) che il punto A della spiaggia sia quello in cui debba sboccare un fiume, che nuovamente s'incammini ristretto fra argini fino al detto punto, e poniamo che la sua larghezza (che supporremo uniforme) non si possa accrescere a cagione della resistenza delle sponde all'allargamento, ma che per altro la profondità possa aumentarsi, essendo il fondo capace di corrosione; e sia BA quella positura del letto del fiume sopra cui potrebbe smaltir le sue materie senza interrimento, nè profondamento, se egli dovesse proseguire il suo viaggio oltre il punto A. Incontrando dunque in A la superficie del mare, il cui pelo basso sia AT, non potrà per le cose dette mantenersi il fondo dello sbocco in A, ma dovrà seppellirsi come in C, tanto che le maggiori piene del fiume possano aver esito sotto il pelo AT, per la sezione AC, e il pelo di esse concorra con TA nel punto A, e con ciò sarà necessario che si abbassi eziandio l'alveo AB. Non dovrà tuttavia quest'alveo nell'abbassarsi serbare nelle parti vicine allo sbocco la primiera inclinazione, con ridursi alla positura CD paralella ad AB, come per altro farebbe, se le vicende del flusso, e riflusso, non concorressero ad alterarlo per le ragioni che quì adduce l'autore; ma per tutto quel tratto a cui si potrà avanzare l'effetto di tale reciproca agitazione, dovrà farsi meno declive, in maniera che la declività di mano in mano sia minore a misura della maggior vicinanza al punto C, prendendo la positura concava CE, e dal punto E in sù (al qual punto parmi verisimile, che sia per giugnere almeno l'orizzonte della marea bassa TA) si disporrà poscia nella positura EF, paralella ad AB, che dovrà esser tangente della curva EC, nel punto E. Che se oltre l'abbassarsi del fondo potesse ancora, come d'ordinario accade,

quel tratto che consente col mare, segno è essere ella copiosa, almeno in proporzione del contrasto che le fa il mare, e ciò maggiormente, se un fiume, come si narra di molti, porterà le sue acque per buono spazio dentro la marina, il che si conosce dal sapore, dal colore, ed anche in parte dalla direzione del moto dell'acqua; ma se la medesima cangia di natura, col participare, o la salsedine, o altra qualità dell'acqua marina, allora è indizio che l'acqua propria del fiume è poca, o che i contrasti del mare sono violenti, o per l'alzamento, o per l'impeto de' venti; e tanto più, quanto a maggior segno s'avanza la salsedine.

COROLLARIO VI.

Perciò *in que' fiumi che hanno poca acqua, si vede correre quella del mare al contrario di quella del fiume nel tempo del flusso, e nel riflusso si osserva correre l'una, e l'altra verso il mare*; e perchè questo corso richiede qualche tempo, perciò si dà il caso, che il ritorno dell'acqua del fiume verso la marina, non cominci precisamente sul punto del riflusso; ma ora qualche poco dopo, ora qualche poco prima accordandosi i tempi di questi riflussi allora solo, quando l'acqua del mare rigurgitata, s'uguaglia, a un dipresso, all'acqua trattenuta del fiume, ed in questo caso il pelo della medesima sarà orizzontale; ma negli altri due casi sarà inclinato al contrario del fiume, e solo sarà orizzontale nel momento del riflusso.

---

dilatarsi l'alveo, il profondamento AC non si richiederebbe sì grande, e potrebbe anco in tal caso succedere ciò che l'autore mostrò nel corollario 3.°, e 4.° della proposizione 3.ª del capo 5.°, cioè che il fondo rimanesse più alto nelle parti più vicine all'esito, che nelle più lontane, riascendendo l'acqua per un piano acclive, come appunto succede nel Pò, che presso gli sbocchi moltiplicando i rami si allarga a più doppj. Colla concavità del fondo va congiunta in questo fiume anche quella del pelo basso, ma ciò non succede nel pelo delle piene, che al contrario è più inclinato in quel tratto; ma tali inclinazioni de' peli, e de' fondi sono varie in diversi fiumi, secondo le diverse combinazioni delle profondità colle larghezze.

Questo discorso si adatta propriamente a' fiumi perenni, ne' quali la forza della loro acqua, si unisce con quella del riflusso a mantenere la concavità EC, ma si può anco in qualche maniera applicare a' torrenti, benchè in questi l'effetto non debba essere sì grande, nè estendersi a tanto spazio, specialmente ove esigano molta pendenza.

Per quello che riguarda lo sbocco d'un fiume in un altro fiume, dove non hanno luogo le vicende del flusso, o riflusso, parmi che quando l'influente non potesse allargarsi, ma dovesse farsi passaggio sotto il recipiente solo a forza di profondità, il fondo in vece di divenir meno declive presso lo sbocco dovesse farsi più ripido, e forse convesso colla convessità rivolta allo insù, ma tal declività si torrebbe, o si diminuirebbe in gran parte per le posature che succederebbero nello stesso calare dell'influente, come si è detto nell'annotazione prima.

COROLLARIO VII.

L' ingresso de' fiumi nel mare si fa a mezz' onda, che vale a dire che la superficie dell' acqua non viene regolata, nè dalla parte superiore dell' onda, spinta contro lo sbocco (sia ella, o di moto ordinario, o pure burrascoso) nè dal basso dell' onda medesima; ma bensì dal punto di mezzo, tra il maggiore alzamento, e l' abbassamento dell' acqua ondeggiante; e la ragione è fondata sulla velocità del bilanciamento dell' acqua, la quale non permette che il pelo del fiume si elevi alla sommità dell' onda, nè si abbassi alla di lei maggiore concavità; e perciò viene ad equilibrarsi con questi contrarj conati in un sito di mezzo.

PROPOSIZIONE II.

L' alzamento delle piene vicino agli sbocchi de' fiumi riesce sempre minore, che nelle parti più lontane.

Ciò è stato osservato da diversi, e principalmente dal p. Castelli; ed è vero, quando il fiume cresce per nuova acqua sopravveniente, anzi si osserva, che negli sbocchi medesimi, l' acqua ordinariamente non si eleva che tanto, quanto il corpo dell' influente fa elevare il pelo del recipiente; cioè a dire, rispetto al mare insensibilmente; e la ragione di ciò è, che entrando i fiumi, per esempio, nel mare hanno per quello si è detto di sopra, tutto il loro ingresso al di sotto della di lui superficie, proporzionandosi lo sbocco in largo, ed in profondo; e perciò (1) la cadente del pelo d' acqua del fiume influente, non variandosi la superficie del mare, tende sempre al termine

(1) Nell' annotazione prima, e nella sesta si è veduto che non può essere universalmente vero, che la cadente del pelo del fiume tenda sempre al medesimo punto, quando si supponga invariato il recipiente, ma che ciò ha solamente luogo per l' ordinario, ove questo sia nello stato di sua maggior bassezza, e può averlo solo per accidente in altri stati, e però non si può prender per fondamento a dimostrare universalmente, che la detta cadente sia più inclinata in tempo di piena, che in acqua bassa dell' influente. Ciò non ostante si può provare tal asserzione in altra maniera. Sia dunque (*fig.* 80.) la superficie dell' influente fuori di piena AB, e siano due sezioni di esso, una BF soggetta al rigurgito, la quale incontri in G l' orizzonte CD del recipiente, l' altra HA libera, cioè superiore al detto orizzonte. Pongasi primieramente che le dette sezioni sieno egualmente larghe, onde per le cose dette nell' annotazione prima, BF sarà necessariamente più profonda di AH. Sia nella sezione libera la parabola AIH quella che esprime il complesso delle velocità, cioè a dire la quantità d' acqua del fiume, il cui vertice (per non partirmi dalla ipotesi dell' autore, che stima potersi ordinariamente trascurare la velocità della superficie) supporremo essere nella stessa superficie in A. Intendasi descritta col medesimo parametro la parabola BFK, anch' essa col vertice B nella superficie della sezione impedita BF. Sia finalmente GL la curva

medesimo, e però è necessario che ella sia più inclinato verso lo sbocco in tempo di piena, che in acqua bassa; e perchè due linee diversamente inclinate all'orizzontale, e concorrenti in un punto medesimo, tanto più si scostano l'una dall'altra, quanto più si allontanano dal punto dell'unione; perciò necessariamente le piene devono fare lontano dallo sbocco maggiore alzamento, che vicino al medesimo. Il che ec.

---

che esprime le resistenze del recipiente nella sezione BF. Esprimendosi dunque per BFK le velocità, colle quali l'acqua passerebbe per BF, se questa sezione fosse libera, e per la curva GFL, le resistenze che incontra lo spazio BKLG esprimerà, ciò che resta di vivo alle velocità, cioè a dire la quantità dell'acqua che realmente passa per BF, onde il detto spazio sarà eguale alla parabola AHI. Sopravvenga ora al fiume un'escrescenza, che nella sezione HA ne alzi il pelo fino in M, e descrivasi con lo stesso parametro la parabola HMR, la quale nelle dette ipotesi esprimerà le velocità, e la quantità d'acqua del fiume nel nuovo stato, onde lo spazio MAIR sarà l'accrescimento dell'acqua. Si prenda nella FB prolungata al disopra la porzione BO eguale ad AM, e descrivasi col vertice O sempre col medesimo parametro la parabola OFP. E perchè, come già si è veduto, da tutti non si conviene nelle ipotesi delle resistenze, supponiamole in primo luogo indipendenti dalle velocità, ma solo variabili secondo le altezze del recipiente, come le suppone il padre ab. Grandi, onde la curva delle resistenze nel nuovo stato del fiume, dovrà tuttavia essere la stessa GFL. Essendo dunque lo spazio OBKP maggiore dello spazio MAIR (come si fa manifesto prendendo ON eguale ad MH, e ordinando NXT, che taglierebbe lo spazio OBXT eguale senza dubbio allo spazio MAIR) ed essendosi mostrato BKLG eguale ad AHI, sarà la somma OGLP maggiore di MHR. Ma lo spazio OGLP esprime il complesso delle velocità vive, cioè la quantità dell'acqua che passerebbe per FO, se la piena si alzasse sino in O, la qual quantità dee essere eguale ad MHR, e non maggiore di essa; dunque l'altezza BO, che si è fatta eguale ad AM, è soverchia per ismaltire l'acqua della piena, e però il pelo di essa dovrà restare più basso di O, disponendosi come in MS coll'alzamento BS minore di AM, e con inclinazione maggiore di quella del pelo basso AB.

Nelle altre ipotesi delle resistenze, cioè facendole variabili con qualche rapporto alle velocità, sussisterebbe ancora la medesima asserzione, ma la dimostrazione sarebbe più difficile, e troppo in lungo ci condurrebbe applicarla a ciascuna ipotesi. Il fondamento però in tutti i casi sarebbe il medesimo, cioè che nella sezione impedita le resistenze nello stato di escrescenza si aumenterebbero in minor ragione, di quella che crescessero le velocità di tutta la sezione nell'alzarsi la piena atteso l'accrescimento dell'altezza GB, che in ogni ipotesi è libera dal rigurgito.

Finalmente se in vece di supporre la sezione BF maggiore di AH in profondità si supponesse maggiore di essa in larghezza, e per altro eguale in altezza corrente, ne nascerebbe la medesima conseguenza, avvertendo allora che gli spazj BGLK, SGLQ non debbono esser eguali alle parabole AHI, MHR, ma minori di esse in ragion reciproca delle larghezze.

Molto meno poi debbono alzarsi le piene presso lo sbocco, quando le larghezze avanti la piena fossero morte, come per lo più succede, e come nota l'autore nel §. seguente, e più sopra nel capo settimo §. *Seno gli alvei*.

Per ispiegare, da quale cagione dipenda la diversa inclinazione dell'acqua bassa, e dell'alta, si dee rammemorare ciò che abbiamo detto nel *capitolo precedente;* trovarsi, cioè delle sezioni morte, nelle quali l'acqua, o non corre, o corre lentamente più di quello esiga la propria altezza, e che per conseguenza sono molto maggiori del bisogno; tali tra l'altre sono quelle de' fiumi ne' siti che risentono i rigurgiti, cioè le vicine agli sbocchi; quindi è che sopravvenendo la piena, basta che l'acqua stagnante, o mossa lentamente, acquisti velocità maggiore verso lo sbocco, il che si ottiene con ogni poco d'altezza, che si aggiunga alla primiera, attesa la grandezza soprabbondante della sezione, e la facilità che ha l'acqua sul principio del moto di crescere in velocità, molto maggiore di quella che ha, affetta che sia di velocità considerabile; il che non trovandosi nelle sezioni superiori lontane dal rigurgito, che sono, o proporzionate solamente al bisogno, o poco maggiori; si ricerca in esse maggiore accrescimento di velocità in ciascheduna parte di acqua, e per conseguenza maggiore altezza di corpo, anche a riguardo della maggiore velocità precedente, come si fa manifesto dal considerare la natura della parabola, primaria regolatrice delle velocità.

COROLLARIO I.

Quindi è, che *i fiumi i quali sono assai declivi di fondo*, e che perciò non sentono gl'impedimenti del rigurgito molto lontano dallo sbocco, anche *in poco spazio fanno vedere questo effetto;* ma per lo contrario *i fiumi reali* che camminano con poca pendenza, e perciò sono soggetti per più lungo spazio al rigurgito, *godono di questa proprietà in maggiore distanza dal mare*, la quale però mai non si manifesta sensibilmente, che poco più oltre al sito dove arriva la forza del rigurgito medesimo.

COROLLARIO II.

Da questo principio anche dipende la causa di un'apparenza assai sorprendente, la quale rendesi impercettibile a molti: ed è, che trovandosi un fiume influente con poca acqua propria, ma con un grande rigurgito del recipiente, che lasci poco di vivo agli argini, o sponde del primo; sembra a molti, che venendo una piena a questo, dovrebbe sormontare le proprie sponde, parendo loro inverisimile che pochi piedi, e talora poche oncie di ripa che sopravanzano al pelo del rigurgito, possano essere sufficienti a contenere una piena che sopravvenga; e pure quando sono succeduti di tali casi, si è veduto che la piena non ha sormontate le sponde, e si è elevata pochissimo

sopra la superficie del rigurgito predetto; ma nell'istesso tempo si è osservato, che tutta l'acqua che prima pareva immobile, ha cominciato a muoversi verso lo sbocco.

COROLLARIO III.

Dal detto in questo proposito ne nasce ciò che nota il p. Castelli, cioè che dall'osservazione di poche oncie di altezza fatta da una piena di un fiume vicino allo sbocco, si può dedurre l'elevazione di molti piedi d'acqua nelle parti superiori; (1) ma non è già conforme alla verità ciò ch'egli avverte al corollario 14, che i fiumi vicino al mare crescano di velocità, se non in quanto la vicinanza dello sfogo libero, può contribuire a renderli più veloci, o almeno a non impedire il loro corso tanto, quanto in parità di circostanze si fa più lontano.

PROPOSIZIONE III.

(2) Se *l'alzamento dell'acque di un fiume allo sbocco si farà per cagione di qualche impedimento opposto, e ritardante il corso di esso: e particolarmente per lo ristagno del mare, o per rigurgito della piena di qualche fiume recipiente; in tal caso l'acqua si eleverà più vicino allo sbocco, che nelle parti superiori.*

Ciò è manifesto dovere succedere, perchè essendo la superficie del fiume influente inclinata verso lo sbocco, viene ella ad essere intersecata nelle parti superiori dalla linea del pelo del rigurgito. Lo stesso succede, ma con minore divario, nel ristringimento degli sbocchi

---

(1) Parmi che parlando della velocità della sola superficie, e in istato di piena si possa sostenere, che vicino agli sbocchi la superficie del fiume sia più veloce, che nelle parti più lontane mentre in queste cammina paralella, o quasi paralella al fondo, e all'acqua bassa, laddove presso lo sbocco per le cose dette maggiormente s'inclina.

(2) Prolunghisi il pelo del recipiente TA (*fig.* 81.) fino a che intersechi in D il pelo dell'influente IEB, il quale prima dell'alzamento del recipiente in TA, si suppone che andasse nella sezione dello sbocco FB a ferire nel punto B, o fosse ivi sostenuto, o no da altro antecedente rigurgito. Farà dunque il recipiente nel nuovo stato TA qualche resistenza alla sezione DG. Dunque obbligherà l'acqua ad alzarsi come in GK. E perchè dee esservi un punto nel pelo IEB di sopra al quale non è possibile che segua per lo rigurgito alcuna alterazione, come nell'annotazione seconda si è detto (e sarà al più il punto E della sezione EM, al cui fondo M giugne l'orizzonte TAD) è manifesto, che il pelo EK più si sarà alzato nella sezione GK, che nelle superiori fra G ed M, e che il detto pelo KE sostenuto dal rigurgito sarà meno inclinato del pelo primiero IEB; e ciò dee sussistere qualunque sia il punto dell'orizzonte TD, in cui il pelo EK vada ad intersecarlo.

che obbliga l'acqua influente in quel sito ad alzarsi di pelo; perchè a causa del ristringimento accennato, restando tutte le sezioni superiori colle loro larghezze morte, cioè con acque alle sponde stagnanti, o per tutto ritardate succede quasi lo stesso, che se tutto il fiume s'andasse ristringendo; onde siccome in questo caso l'acqua s'alzerebbe più nelle sezioni ristrette, che nelle più ampie, le quali non avessero alcuna connessione, o dipendenza dalle prime; così nell'istessa maniera, nel caso del solo ristringimento dello sbocco, l'acqua si eleverà per lungo tratto; ma finalmente nelle sezioni superiori non patirà alcuna elevazione, e nelle inferiori sempre più, quanto esse saranno maggiormente vicine allo sbocco. Il che ec.

Di qui si conosce la ragione per la quale *la piena d' un fiume, entrando in una palude, o lago scarso di acqua, v' entra con maggiore velocità, e con minore altezza di corpo, di quello faccia trovando la predetta palude, o lago in colmo; abbenchè la quantità della piena si supponga nell' uno, e nell' altro caso la medesima*. Posciachè nel primo supposto non trovando la piena tanta resistenza nell' acqua del recipiente, non sono le di lei sezioni inferiori tanto ritardate; e perciò l' acqua vi entra con maggiore velocità, e per conseguenza, con minore altezza di corpo; ma nel secondo caso essendo il recipiente colmo d' acqua, accresce le resistenze all' influente, il cui corpo è necessario si alzi a proporzione della velocità maggiormente perduta colla regola addotta nella proposizione prima.

Ciò che sia per succedere nel terzo caso addotto sul principio di questo capitolo; cioè, quando il fiume influente ha il fondo dello sbocco più basso della superficie del recipiente, ma non quanto basta per dar luogo a tutta l' acqua corrente per esso, è facile a dedursi dal detto fin' ora nell' esame degli altri due casi: e però in questo proposito si ponno proporre i seguenti corollarj.

COROLLARIO I.

Poichè apparisce assai chiaramente, che *la superficie dell' influente non si spianerà su quella del recipiente, ma sarà sostentata nelle parti superiori, e formerà allo sbocco un gonfiamento inclinato alla parte dell' influsso*, che con tale caduta agirà contro le sponde tentando di allargarle colla corrosione; il che non potendo succedere, come per esempio, se le sponde fossero di sasso conserverassi detto gonfiamento nello stato di prima; ma allargandosi lo sbocco, anche la detta superficie in proporzione s' abbasserà.

COROLLARIO II.

Ma perchè intanto dee succedere il gonfiamento predetto, in quanto *la sezione dello sbocco* resta minore del bisogno; *scemerassi* ella, ed anco *toglierassi affatto, sì per la diminuzione dell' acqua del fiume influente; sì per l' alzamento della medesima nel recipiente*, perchè nell' uno, e nell' altro caso la sezione resta in proporzione accresciuta; ed al contrario *si manifesterà il gonfiamento, o coll' accrescersi dell' acqua nell' influente, o col calare nel recipiente;* il che anche succede in alcune cateratte delle minori, che si manifestano in fiume basso, e non sono osservabili nelle piene maggiori.

COROLLARIO III.

In fatti *detto gonfiamento è una specie di picciola cateratta*, che secondo la diversità delle circostanze, ora farà una caduta libera, ora una corrente più veloce, ed alle volte, cioè quando il fiume è grosso dalla parte di sotto, non farà effetto osservabile. *Di tal genere sono le mutazioni delle cadenti del fondo de' fiumi da una minore inclinazione, ad una maggiore;* poichè nulla impedisce, che l' ultima sezione della cadente meno inclinata, non si consideri per uno sbocco della spezie predetta: *della stessa natura sono le angustie che fanno i pilastri de' ponti alla sezione del fiume in quel sito*, sotto gli archi de' quali per lo più si vedono l' acque accrescere la forza del corso poichè non si varia l' effetto, purchè l' acqua, o per l' alzamento del fondo o per la strettezza delle sezioni, sia obbligata ad elevarsi di corpo, e non possa mantenere l' altezza acquistata nelle sezioni inferiori.

COROLLARIO IV.

Egli è anco manifesto, *che l' acqua la quale gonfia sopra la superficie del recipiente, può godere d' una velocità maggiore di quella del restante della sezione* medesima *allo sbocco*, attesa la mancanza delle resistenze a questa, e non all' altra; siccome è chiaro, che *dirigendosi detta velocità verso il fondo, vi cagionerà qualche gorgo:* effetto assai frequente, non solo di questa, ma ancora di altre cause negli sbocchi de' fiumi.

COROLLARIO V.

Quindi pure apparisce la causa, per la quale *sebbene ne' tempi de' grandi, o rigurgiti, o ristagni, si fanno delle deposizioni nel fondo degli alvei, o degli sbocchi de' fiumi: non crescono però esse mai tanto da impedire lo spianamento delle superficie dell' acqua l' una*

con l'altra; poichè se più crescessero, gonfierebbe il pelo dell'influente sopra quello del recipiente, e succederebbero, o gli effetti addotti al *corollario primo;* o pure di nuovo (il che sarebbe più facile) verrebbe per la forza della corrente maggiore ad escavarsi il fondo, e perciò si attemperano gli effetti, dimanierachè succeda tutta quella alluvione, ch'è possibile a farsi, senza che l'acqua per soverchio ristringimento della sezione possa gonfiare.

La direzione delle foci è una delle principali circostanze necessarie da considerarsi in questa materia; posciachè da essa derivano, ora buoni, ora pessimi effetti. Quello che s'accorda alle regole, o alla necessità della natura, si è che....

PROPOSIZIONE IV.

Le *foci de' fiumi influenti devono secondare colla direzione dell'ultimo tronco del loro alveo il filone del fiume recipiente.*

Sia AB (*fig.* 49.) il filone del fiume recipiente, e la direzione di esso da A in B; e supponiamo che il fiume influente vi porti dentro le sue acque secondo la linea DC perpendicolare alla AB. Perchè dunque i moti, secondo i principj della statica, tanto meno s'impediscono l'un l'altro, quanto minori sono gli angoli che fanno le linee delle loro direzioni (dimanierachè non può esservi impedimento veruno, quando le linee predette sono paralelle, e tendenti alla stessa parte) ne segue, che incontrando AC la corrente DC ad angolo retto, s'impediranno vicendevolmente; e perciò la direzione DC non potrà ritenere la primiera linea, e sarà per così dire strascinata in DG, nello stesso tempo che il filone GB sarà spinto dalla direzione DC, o DG, in GH, facendo l'angolo HGB maggiore, o minore, secondo la proporzione che ha la velocità di AB a quella di DC; ond'è, ch'essendo tal proporzione assai grande, come per lo più succede, per essere la velocità del fiume influente pochissima, a riguardo dell'impedimento del riflusso, o ristagno, e quella di AB in niun modo, o pochissimo alterata; necessariamente sarà l'angolo HGB insensibile, e tanto minore, quanto più acuto sarà l'angolo ACD, o AGD; incontrandosi adunque, che in DG vi sia ripa atta a patire corrosione, questa si farà dalla parte di DG, e rallentandosi il moto dell'acqua verso DC, ivi si farà l'alluvione, e lo sbocco si volterà tutto in DG. Ma perchè sminuendosi l'angolo AGD, si sminuisce anco la forza che fa la corrente AB contro la DG; e perchè ancora il terreno della ripa bisogna pure che abbia qualche resistenza all'essere corroso, (che supponiamo sia sempre la stessa) perciò se la potenza di AG contro DG sarà tale da superare la resistenza della ripa, per necessità si farà nuova corrosione sino in DF, ovvero in

DEB, ed allora stabilirassi la situazione dello sbocco, quando per l'obbliquità della ripa DEB, la forza dell'aderenza delle parti del terreno, resterà tale da non cedere all'impressioni del filone AB, rese minori per l'acutezza dell'angolo ABE. È adunque impossibile che si mantenga la direzione dello sbocco in DC ad angolo retto colla corrente del filone AB; e per conseguenza è necessario che si porti in DEB, a seconda di AB. Il che ec.

COROLLARIO I.

Molto maggiore sarà l'impressione della corrente AB *contro la direzione* DA, *inclinata all'opposto di essa;* perchè non solo essendo la direzione AB più valida della DA, *la sforzerà a rivoltarsi all'ingiù*, e per conseguenza a rodere la ripa; ma ancora per lo contrasto della DA, *si faranno vortici potentissimi* a rovinare le ripe, *e la corrente* AB, *operando contro l'angolo* DAB col continuo battervi, finalmente *lo spunterà, e rivolterà lo sbocco* v. g. in KC, facendosi l'alluvione dalla parte di KA.

COROLLARIO II.

Tutti i detti effetti succederanno con maggiore facilità, se il filone del fiume recipiente si stringerà contro la ripa, nella quale è aperto lo sbocco; e più difficilmente, se batterà la parte opposta; ma in tutte le maniere la natura opererà sempre per rivoltare, o presto, o tardi lo sbocco a seconda del filone del recipiente.

COROLLARIO III.

Quindi è manifesto, che *se le sponde dell'ultimo tronco del fiume influente, non potranno essere corrose, ne meno si altererà la situazione dello sbocco;* ma ciò non ostante, sempre maggiore sarà lo sforzo dell'acqua dalla parte del corso del recipiente.

COROLLARIO IV.

Se l'influente sarà molto veloce, ed il recipiente molto tardo, allora l'ingresso del primo potrà rivoltare il filone del secondo; e perciò essendo l'influente pieno, ed il fiume recipiente scarso d'acqua, molto più si avanzerà il corso di quello nell'alveo di questo, che se l'uno, e l'altro fossero nelle massime piene, nel qual caso l'acqua dell'influente si manterrà per lungo tratto dalla parte della ripa nella quale è tagliato lo sbocco, sintantochè i moti sregolati del fiume maggiore, particolarmente nelle curvità delle botte, confondano tutta

l'acqua insieme: e ciò in fatti si osserva succedere, quando il fiume influente entra torbido in un recipiente, che porti acqua chiara, o al contrario.

COROLLARIO V.

Da ciò si manifesta *l'errore di quelli i quali pretendono che gli sbocchi de' fiumi influenti cagionino delle curvità, e delle botte nelle sponde opposte de' recipienti;* il che quantunque sia vero, se l'influente porti del sasso, ed il recipiente no; appena può verificarsi, quando l'uno e l'altro corrono in sabbia, essendosi dimostrato, che la velocità del filone del fiume maggiore, molte volte non ha sensibile proporzione con quella del fiume influente allo sbocco.

COROLLARIO VI.

Se però *ambidue fossero torrenti, e che venendo la piena dell'influente, non venisse quella dell'altro*, in tal caso *si potrebbe temere qualche cosa;* se però la larghezza dell'alveo del recipiente non fosse tale, che potesse ritardare la velocità dell'influsso; quindi è, che in casi simili, particolarmente *essendo le quantità dell'acqua, e le velocità eguali, quel fiume che prima entra nell'alveo comune, mantiene il suo filone a dispetto della corrente di quello che sopravviene*, abbenchè qualche poco alterato dalla primiera situazione.

COROLLARIO VII.

Gli sbocchi de' fiumi nel mare, sono pure obbligati a secondare le correntie di esso, siano queste, o perpetue, o cagionate temporaneamente da' venti; quindi è, che i fiumi della Romagna, e del ferrarese, rivoltano gli sbocchi a destra, perchè la correntia dell'Adriatico rade il lido dell'Italia partendosi da Venezia verso la terra di Bari; ed in altri luoghi i venti burrascosi obbligano i fiumi ad aprirsi nuove foci in luoghi coperti, o secondanti la furia di essi. Vero è, che le correntie del mare se sono lente, non hanno gran forza per cagionare l'effetto predetto; ma pure quando nulla vi osti, non lasciano di fare quello che ponno.

COROLLARIO VIII.

E perchè *nelle foci de' fiumi influenti, per lo più si fanno de' vortici*, e per conseguenza *de' gorghi; sono frequentemente gli sbocchi di detti fiumi, altrettante chiamate al filone del recipiente*, per ispingersi alla parte di essi; contrasta però sempre la forza dell'influente

per ribatterlo, almeno tanto da insinuarsi colle sue acque tra 'l filone del recipiente, e la di lui sponda contigua, presso la quale come si è detto di sopra, durano per qualche spazio a correre separate dalle altre; e *lo stesso si osserva anche negli sbocchi al mare*, quando qualche vento obbliga l'acque di questo a prendere corso verso una parte determinata.

Dalla mala situazione degli sbocchi si vede chiaramente, che devono molte volte succedere effetti dannosi, i quali mettono in pericolo gli argini, ed alle volte cagionano delle inondazioni, il che dal volgo viene attribuito alla resistenza che incontra il fiume influente allo sbocco, e perciò meglio sarebbe in tal caso provvedere il fiume influente di una foce di buona direzione, che d'intraprendere, o ostinatamente di conservare la mala situazione dello sbocco, o di fare delle diversioni dispendiosissime, ed alle volte mal intese. Tale è il fine della natura, nell'aprire che fa molte foci ad un fiume solo; abbenchè rare volte si serva di tutte per iscarico dell'acque di esso eleggendo secondo le occasioni, quella per la quale è più facile, e più spedito lo sfogo; e ciò principalmente si osserva a' lidi del mare, l'onde del quale, per causa de' venti, ora scorrono ad una parte, ora ad un'altra. Si dee però avvertire, che la mutazione degli sbocchi si faccia col minore allungamento di linea che sia possibile, per non fare elevare di troppo il fondo del fiume, coll'allontanare la foce del suo principio; essendo, come si è detto, il fondo dello sbocco la base, su la quale s'appoggia la cadente di qualsisia fiume.

CAPITOLO NONO.

Dell'unione di più fiumi insieme, e loro effetti.

È un artificio assai rimarcabile della natura quello d'accoppiare fiumi a fiumi, e di mandarli così uniti a sboccare nel mare; e talora è anche effetto di una necessità, che non permette il corso di un fiume, separato da quello d'un altro, siasi, o per l'intrecciamento che porta seco la diversa direzione de' fiumi distinti; ovvero per lo pendio che insegna la strada all'acque, per la quale possono avere lo sfogo più facile, anzi le obbliga molte volte a prenderne una determinata. Questa necessità però, o non mai, o rare volte va scompagnata dall'utile che apporta l'unione di più acque in un alveo solo, dimanierachè pare solo instituita dalla natura, per servirsi di essa, come di un mezzo efficacissimo, per ottenere i vantaggi che si diranno; e perciò può passare per una necessità artificiosa. Per assicurarsi di ciò, si prenda una carta geografica, nella quale siano delineati tutti i rivoli, torrenti, e fiumi che tributano le loro acque ad un fiume reale,

e nella medesima sia parimente espresso il corso di esso sino al mare; e si faccia prova di correggere gli errori, per così dire, che qualcheduno potesse credere essere stati fatti dalla natura, nell' unire le acque di tutti que' fiumicelli in un solo maggiore; indirizzando perciò ogni corso di acqua a dirittura verso il mare. In ciò fare facilmente ognuno si chiarirà, qual esser dovrebbe l' ampiezza della superficie della terra necessaria per tanti fiumicelli; quali gl' impedimenti che frapporrebbero al commercio le intersecazioni moltiplicate delle strade; quali ostacoli si opporrebbero agli scoli delle campagne; e quante altre cose difficolterebbero la medesima nuova delineazione sopra una carta che non esige, nè considerazione di caduta, nè livello di piano di campagna, nè riflesso alcuno a' luoghi dov' essa maggiormente declina col pendio, o ad alcuna delle altre circostanze, che sono altrettanto necessarie, quanto bene avvertite dalla natura, nel regolare che ha fatto il corso de' fiumi; e tanto cred' io potrebbe bastare per disingannare quelli che pretendono, che la buona regola della condotta dell' acque sia d' incamminare i fiumi al mare per la linea retta, come per la più breve, su l' unico fondamento della nota proprietà del triangolo, due de' cui lati presi insieme, sono sempre maggiori del terzo; stimando essi perciò essere un errore di natura il portarsi di un fiume a scaricarsi in un altro, e per esso al mare, cioè per due linee, quando senza tale unione potrebbe per una sola linea dotata conseguentemente di maggiore declività provvederlo di alveo, e di sbocco secondo il loro credere proporzionati al bisogno.

Per fare anche meglio apparire l' artificio della natura, trasandando per ora la necessità che dipende da varj principj, secondo la diversità delle circostanze, ci daremo a spiegare, e dimostrare le utilità che risultano dall' unione di più fiumi in un sol alveo, e gli effetti ad essa susseguenti.

PROPOSIZIONE I.

Se saranno due fiumi eguali di larghezza, e profondità, ed affatto simili l' un all' altro, i quali scorrano, e sbocchino separatamente nel mare, sarà la somma delle loro larghezze maggiore di quella che avrebbero, se uniti insieme corressero dentro un sol alveo.

Siano i fiumi l' uno ABCD (*fig.* 50.), l' altro CDEF, de' quali le larghezze AC, CE siano eguali, e siano nelle altre circostanze tutte affatto simili, cioè di eguale profondità, di egual corpo d'acqua, di eguale caduta ec. e s' intenda che questi due fiumi corrano paralelli l' uno all' altro separati solamente dalla sponda comune CD, che suppongasi, per esempio, un argine: dico che la somma delle larghezze AC, CE sarà maggiore, correndo i fiumi separati, di quello sia per essere

se levato l'argine CD, s'unirà il corso del fiume AD con quello di CF.

Posciachè egli è certo, che attesa la resistenza della sponda CD, l'acqua tanto d'un fiume; che dell'altro sarà vicino ad essa impedita nel suo corso, e perciò il filone sarà v. g. in G, ed H; ma levato l'argine CD, cioè a dire tolta di mezzo la resistenza della sponda CD, si riduranno i due filoni in un solo, che sarà in CD, come parte dell'alveo più lontana alle sponde AB, EF; sarà dunque in CD la maggiore velocità del fiume, e sarà anche maggiore di quello fosse prima in G, ed H, attesa la maggior distanza del filone CD dalle sponde; e perchè l'acqua de' due fiumi separati corre impedita dalla resistenza di quattro sponde, e quella de' medesimi uniti non patisce la resistenza, che di due sole, la quale si rende anche minore nel luogo del filone: ne segue, che quanto di velocità s'accresce all'acqua nella parte CD, tanto ne scemi vicino alle sponde AB, EF; adunque essendo l'acqua torbida, si faranno deposizoni alle ripe, e la larghezza dell'alveo AE renderassi minore. Il che ec.

In questa dimostrazione non si è considerato che il solo accrescimento di velocità, nato dalla rimozione dell'impedimento della sponda comune CD; e tanto bastava per dimostrare il ristringimento dell'alveo; ma se metterassi a confronto il profondamento maggiore, che succederà al fondo dell'alveo, tanto minore sarà la larghezza, alla quale si ridurrà il fiume unito.

La verità di questa proposizione si prova anche coll'esperienza, perchè, (1) *se si misureranno le larghezze di tutti i fiumi, che unendosi formano un fiume maggiore: si troverà* infallibilmente, *ch'esse*

(1) Nella visita del Pò fatta l'anno 1719 per l'affare del Reno, cominciando fin sopra lo sbocco del Tesino, si trovò la larghezza di questo in una delle sue sezioni non molto lontano dal detto sbocco di pertiche bolognesi 88, e quello del Pò in una sezione poco superiore al medesimo sbocco di pertiche 106, che sommano pertiche 194; e contuttociò in un'altra sezione del Pò alquanto di sotto alla confluenza non si ebbero di larghezza che pertiche 87, considerando sempre le sole larghezze occupate dall'acqua nello stato in cui que' fiumi si ritrovavano al tempo delle osservazioni, (come dagli atti di quella visita degli ultimi di Novembre, e de' primi di Dicembre 1719) onde la larghezza dell'alveo dei fiumi uniti non solo fu minore della somma delle larghezze di essi separati, ma eziandio minore di ciascuna delle dette larghezze prese da se sole. E sebbene per fare più esattamente simili confronti, converrebbe prendere le larghezze minime degli uni, e dell'altro, affinchè i divarj trovati non si potessero attribuire alle irregolarità delle stesse larghezze, nulladimeno la gran differenza, che quì si scorge fra quella del Pò, e del Tesino uniti, e la somma delle larghezze loro separate agevolmente fa intendere, che anco praticando una simil cautela nella scelta delle sezioni vi rimarrebbe ancora qualche diminuzione ne' fiumi uniti, secondo l'asserzione dell'autore.

insieme unite, supereranno quella del fiume maggiore, come nota il p. Castelli *al corol.* XI. essere stato fatto, e trovato dal Fontana nel misurare i fiumi, e i fossi che mettono foce nel Tevere, e nel paragonarli all'alveo di questo, e particolarmente all'apertura del Ponte Quattrocapi.

PROPOSIZIONE II.

I predetti due fiumi uniti, maggiormente profonderanno il loro alveo che non farebbero correndo separati.

Ciò è manifesto, perchè si è dimostrato nella proposizione antecedente, che il filone CD (*fig.* 50.) del fiume unito, correrà più veloce, che i filoni G, H de' fiumi separati; adunque, supponendo che la materia che compone il fondo, sia della medesima natura di prima, dovrà ella cedere alla velocità accresciuta, e per conseguenza l'alveo si profonderà; ma (1) profondandosi, acquisterà l'acqua maggiore altezza, e per conseguenza maggiore velocità; adunque tanto maggiormente potrà ella corrodere il fondo, ed abbassarlo; e perchè profondandosi l'alveo del fiume, e correndo l'acqua in maggior copia, e con maggiore velocità nel mezzo, di quello faceva prima, è necessario che il moto dell'acqua vicino alle sponde si ritardi, ne seguiranno per questo capo nuovi ristringimenti; e perchè quanto le sezioni d'un fiume sono più strette, tanto guadagnano in profondità; contribuirà l'angustia della sezione a rendere più profondo l'alveo, e per conseguenza tanto continuerà a profondarsi, e ristringersi il fiume, sinchè equilibrandosi la resistenza delle ripe, e del fondo colla forza dell'acqua, si stabilisca l'alveo, come si è detto *nel cap.* 5.° Saranno adunque le profondità de' fiumi uniti, maggiori di quelle de' solitarj, e disuniti. Il che ec.

(2) Per un'altra ragione devono profondarsi gli alvei de' fiumi uniti, ed è che richiedendo essi sbocco maggiore nel mare, non solo

---

(1) L'aumento della velocità, che qui si suppone andar congiunto con quello dell'altezza fa intendere, che quell'ulteriore profondamento, di cui qui si ragiona (dopo quel primo, che unicamente dipende dalla velocità accresciuta del filone del fiume) ha luogo solamente in quei casi, ne' quali la velocità cresce al crescere dell'altezza. Potrebbe per avventura nascer dubbio, che l'aumento dell'altezza potesse restituire alla sezione quella capacità che avesse perduta allo scemare della larghezza; onde essa riuscisse egualmente ampia, avvegnacchè più angusta della somma delle sezioni dei fiumi uniti, ma ciò non può succedere, perchè crescendo coll'altezza anco la velocità ogni poco d'aumento d'altezza può equivalere a molto più di larghezza perduta, onde la sezione dopo il profondamento rimarrà sempre più piccola, e dovrà anco essere più veloce.

(2) La ragione che qui si adduce dell'abbassamento dello sbocco dei fiumi uniti rispetto a quelli dei medesimi disuniti è più universale, di quella che egli

devesi esso rendere più grande in larghezza, ma ancora in profondità; ma sopra degli sbocchi più profondi disposte delle cadenti, anche egualmente, non che meno declivi, lasciano il fondo del fiume più basso; adunque i fiumi uniti richiederanno l'alveo più profondo, non solo per la minore declività che loro compete, ma anco per la maggiore bassezza del fondo dello sbocco.

COROLLARIO I.

Dalla predetta dimostrazione evidentemente apparisce, che *le larghezze de' fiumi uniti saranno anche minori della somma de' disuniti, non solo per la mancanza delle resistenze, minori ne' primi, che ne' secondi, ma anche per la maggiore profondità, e velocità dell' acqua degli uniti.*

COROLLARIO II.

(1) È anche chiaro, che *le sezioni de' fiumi uniti saranno sempre minori della somma delle sezioni de' disuniti*, perdendosi molto più in larghezza di quello che s'acquisti in profondità; posciachè dovendo le sezioni essere reciproche alle velocità medie, e riuscendo queste maggiori col profondamento dell'alveo, ne segue, che le sezioni debbano restare minori.

COROLLARIO III.

E perchè moralmente è impossibile, che tutti i fiumi tributarj entrino in un tempo colle loro acque nell'alveo del recipiente, osservandosi, che per lo più succedono l'uno all'altro, dimodochè di già sarà passata la piena di un fiume influente, quando arriva quella di un altro; perciò *non è necessario che la sezione del fiume maggiore sia equivalente alla portata dell' acqua delle piene di tutti i fiumi influenti;* e conseguentemente *le sezioni di esse riusciranno*, anche per questo capo, *minori della somma delle sezioni degl' influenti.*

---

ha addotta finora, mentre non è ristretta, come questa alle circostanze dell'egualità perfetta di due fiumi, che insieme si uniscono. Si può anche per maggiormente confermare il profondamento dell' alveo dopo l'unione addattar quì tutto ciò che si disse dall' autore nella proposizione 2.ª del capo 5.° e ne' suoi corollarj ove generalmente mostrò, che quanto maggiore è la forza dell' acqna, e la copia di essa tanto meno sono declivi i letti dei fiumi, onde questi dopo la confluenza dell' uno coll' altro spianano maggiormente i loro alvei.

(1) Questa dottrina è coerente, con ciò che abbiamo detto poc' anzi nell' annotazione 2.ª del presente capo, e si potrebbero addurre per comprovarla diverse osservazioni tratte dalle visite del Pò, e dei suoi influenti, se l' irregolarità delle altezze, e delle larghezze permettesse di mettere i fatti in una totale evidenza.

PROPOSIZIONE III.

Ne' fiumi supposti, non solo s' escaverà il fondo del fiume unito dopo l' unione; ma ancora si profonderanno gli alvei de' fiumi confluenti avanti quell' unione.

Sia la cadente della superficie del fiume influente FB (*fig.* 51.), e quella del fiume unito, o del recipiente BC, e la profondità dello sbocco BD; e suppongasi che unito il fiume FD, con un altro simile, ed eguale, dopo la confluenza siasi profondato in BG, secondo ciò che si è dimostrato nella proposizione antecedente, disponendosi il fondo nella linea GH, la quale sarà meno declive che la ED, che si suppone la cadente del fondo che avrebbe il fiume, se da sè, senza unione di altri, sboccasse nel mare. Perchè adunque l' altezza dell' acqua nel fiume unito BG, dovrà essere maggiore che nel disunito BD, sarà la differenza DG; (1) e perchè i due fiumi che compongono il fiume unito BH, si suppongono eguali, e simili, dovrà il fondo d' ognuno di essi essere unito al fondo GH; e perciò il fondo dell' influente ED, non potrà essere mantenuto in ED, ma dovrà andare ad unirsi col punto G: e perchè le condizioni del fiume FD, richiedono la declività di ED, sarà necessario che la cadente di esso, prima del sito dell' unione, sia una linea come IG, paralella alla ED; e perciò bisognerà che il fondo ED s' abbassi in IG. Il che ec.

COROLLARIO.

E perchè gli sbocchi sono i fondamenti delle cadenti superiori ad essi, abbenchè anco il fiume influente fosse minore del recipiente, nondimeno (2) *quando lo sbocco del primo, nel secondo dovesse restare più basso, che se corresse da sè al mare, proporzionabilmente si*

(1) Ciò è stato dimostrato nel capo 8 alla proposizione prima §. *Ma perchè i fiumi.*

(2) Il caso che quì si figura, che facendo sboccare un fiume in un altro il fondo dello sbocco possa restar più basso, di quel che sarebbe se l' influente andasse da se solo al mare, non è impossibile, benchè lo paia a prima vista; imperocchè può darsi, che per l' unione di due fiumi talmente s' abbassi lo sbocco in mare, e con esso tutto l' alveo del recipiente, e che in oltre l' inclinazione del pelo basso di questo dopo l' unione (dal qual pelo si dee prender regola per lo sbocco dell' influente in esso) divenga sì scarsa, e che finalmente la distanza del punto dell' unione dei due fiumi dallo sbocco del recipiente in mare sia così piccola, che l' orizzonte del fondo dell' influente, stabilito che sia sotto il detto pelo basso del recipiente, riesca assolutamente più basso, di quel che riuscirebbe in mare, quando vi andasse da se solo, massimamente ove dovesse sboccare in una spiaggia di mare di poco fondo, e però incapace di lasciar profondare di molto il detto sbocco dell' influente, se egli vi entrasse.

escaverebbe il fondo del fiume influente, come si è dimostrato *nel capitolo ottavo*.

PROPOSIZIONE IV.

Supposte le medesime cose, la cadente del pelo d'acqua del fiume unito sarà sempre meno inclinata all'orizzonte, di quella del fiume disunito.

Ciò è manifesto, sì per la maggiore abbondanza dell'acqua, che in maggior quantità, sempre fa maggiore sforzo per ridursi all'equilibrio col pelo d'acqua del suo recipiente; sì per le ragioni seguenti. (1) Poichè i fiumi quando sono maggiori, hanno regolarmente maggiore larghezza di alveo, e perciò hanno minori in proporzione le resistenze; e conseguentemente in parità di circostanze maggiore velocità, alla quale susseguendo maggiore scarico, ne deriva in conseguenza minore l'altezza dell'acqua sopra la superficie del recipiente: ma disponendosi seriatamente altezze minori dallo sbocco in sù, ne nasce minore la declività della superficie; adunque i fiumi quando saranno maggiori, tanto minore avranno la declività del loro pelo; ed essendo i fiumi uniti, maggiori che i disuniti, sarà la cadente del pelo de' primi, meno declive della cadente del pelo de' secondi. Il che ec.

La seconda ragione si desume dalla minore declività del fondo ne' fiumi uniti, che ne' disuniti; i quali perciò ne' siti omologi, sono più vicini al centro della terra: ma l'acque che corrono sopra fondi più bassi, restano altresì più basse di superficie; adunque i fiumi uniti saranno più bassi di pelo; e perchè la cadente del pelo d'acqua dee regolarmente sempre andare ad unirsi col pelo del recipiente, che si suppone nell'uno, e nell'altro caso invariato; ne segue, che tirate due linee da' predetti siti omologi, ma da altezze disuguali, sarà meno declive quella che avrà il termine più basso, cioè quella che sarà propria del fiume unito.

Può alcuno dubitare se sia vero, che l'acque correnti sopra fondi più bassi, restino colla superficie anche più bassa ne' siti omologi, cioè egualmente distanti dallo sbocco; perchè quantunque sia vero il primo, può però l'aumento dell'acqua essere tanto, che richieda altezza di corpo maggiore di quello, che la medesima altezza, e velocità susseguente possa produrre di profondità nell'alveo: e certo, se si supponesse che un fiume corresse per un alveo, le cui sponde, o

(1) Intende l'autore di paragonar in questo luogo la larghezza dell'alveo comune de' fiumi uniti, con quelle di ciascuno de' due fiumi eguali, de' quali suppone fatta l'unione nel detto alveo, e però può stare, che la detta larghezza sia maggiore d'ognuna delle dette due larghezze separatamente prese, benchè di sopra abbia mostrato dover ella esser minore della loro somma.

fondo fossero molto resistenti, potrebbe darsi il caso, che la superficie dell' acqua nel fiume unito fosse più declive, che se non v' entrasse alcuno degl' influenti. (1) L' esperienza però fa vedere, che negli alvei fatti di terra, più può per escavare il fondo ogni poco di velocità aggiunta, che per elevare la superficie, la copia dell' acqua influente; e perciò sebbene l' abbondanza dell' acqua fa crescere l' altezza della sezione, l' abbassamento però del fondo supera il di lei effetto, e le piene restano più basse di superficie ne' fiumi uniti, che ne' disuniti.

Se si considera in oltre, che gli sbocchi de' fiumi dentro il mare sono impediti, e perciò bisogna che si allarghino, e si profondino più di quello che richiederebbe la quantità dell' acqua che passa per essi, non essendo impedita; facilmente si persuaderà ognuno, che crescendo l' acqua nel fiume, dovrà di molto abbassarsi il fondo dello sbocco; e per conseguenza anche il fondo del fiume; e per lo contrario, non essendo molte volte sensibile l' alzamento della superficie dell' acqua del medesimo, chiaramente si manifesta quanto prevalga l' escavazione del fondo, e la maggiore larghezza dell' alveo, all' accrescimento dell' altezza dell' acqua in una data sezione di fiume.

In prova di tutto ciò si può aggiugnere un fatto evidentissimo. Correva sul principio del secolo presente il fiume Lamone dentro il Pò di Primaro, vicino alla villa di Sant' Alberto, dal qual luogo fu divertito, e mandato a sboccare da se solo nel mare Adriatico. Quello che n' è seguito si è, che il detto fiume ha così elevato il proprio fondo, che in oggi a dirittura di Sant' Alberto, resta più alto del pelo delle piene del Pò predetto, e per conseguenza il pelo delle di lui piene riesce tanto più alto, ed ha bisogno di argini altissimi, per essere mantenuto nel suo letto. Ciò supposto, si può discorrere così: se l' acque di detto Pò di Primaro si dividessero in tanti fiumi eguali al Lamone, e si mandassero a sboccare per più alvei nel mare, certa cosa è, che in ciascheduno di essi succederebbe l' effetto medesimo ch' è succeduto al Lamone; adunque le piene di essi si vedrebbero molto più elevate di pelo, che non sono ora quelle del Pò di Primaro; e per lo contrario, se detti alvei così divisi, si tornassero a riunire nell' alveo del Pò di Primaro, non oltrepasserebbe la di lui piena il segno al quale in oggi si eleva; adunque più fiumi uniti farebbero delle piene meno alte di superficie, di quello faccia uno di loro disunito. E perciò è evidentissimo, che i fiumi uniti hanno

(1) Tale esperienza si adduce poco più sotto al §. *In prova di ciò*, parlando del Lamone, e del Pò di Primaro, e ad essa si ponno aggiugnere quelle de' fiumi maggiori paragonati ai minori, delle quali parleremo nell' annotazione seguente.

la cadente del pelo d' acqua più bassa, e meno declive di quello che l' abbiano i fiumi disuniti.

COROLLARIO I.

Lo stesso si verifica rispetto a' *fiumi maggiori*, i quali siccome sono meno declivi di fondo, così *hanno la superficie meno inclinata all' orizzonte, se si paragonino gli stati simili*, cioè o nelle massime altezze d' acqua, o nelle massime bassezze, o in istati d' acqua proporzionalmente distanti dall' uno, e dall' altro degli estremi predetti. Ciò pure è manifesto per l' esperienza, attesochè, (1) se si prenderanno due fiumi correnti al mare, l' uno e l' altro nella sua piena massima (col pendio della quale suol camminare il piano superiore degli argini) e se si livellerà, o la superficie della piena, o il piano predetto degli argini, sempre si troverà, che maggiore sarà l' inclinazione ne' fiumi minori, che ne' maggiori.

---

(1) Così appunto si trova nel Pò grande paragonato co' fiumi minori che gli scorrono quasi paralelli, e che vanno a sboccare allo stesso termine comune del mare Adriatico, per quanto si può raccorre dalla combinazione delle livellazioni fatte di questi fiumi particolarmente nell' anno 1721, e ridotte a eguali distanze dal mare.

L' argine sinistro del Pò poco sopra allo sbocco che fa in esso la fossa della Policella, cioè fra il detto sbocco, e la chiavica Barbazza, ed anco in qualche luogo più in su fin verso la chiavica di Ravano è più alto dell' argine destro del Canal bianco (il quale porta le acque del Tartaro, e del diversivo dell' Adige detto il Castagnaro, all' imboccatura della detta fossa piedi 1. 6 in circa. La distanza del detto sito del Pò dalla sua foce principale, misurata secondo l' andamento del Pò, è di miglia 32 in circa; ma quella del mentovato sito del Canal bianco, misurata secondo il corso di questo è minore per sei miglia in circa; ora nella lunghezza di sei miglia gli argini del Pò si trovano pendere più di tre piedi e mezzo, onde paragonando quel punto del Pò, che è egualmente lontano dal mare col detto punto del Canal bianco, saranno gli argini del Pò più bassi di quelli del Canal bianco due buoni piedi. Parimente il più alto segno delle piene del Pò indicato al sostegno della Cavanella, si trova più alto piedi 4. 1. 5 del segno delle piene dell' Adige indicato alla Torre nuova. La Cavanella è distante dallo sbocco del Pò miglia 12, e un quarto, ma la Torre nuova non è lontana da quello dell' Adige che miglia sei e mezzo, onde la differenza è di miglia 5, e tre quarti. Il pelo del Pò alla Cavanella è più alto del pelo del mar basso piedi 10. 10, e però se tal caduta conviene alla distanza di miglia 12, e un quarto la detta differenza di miglia 5, e tre quarti, richiederà in questo sito del Pò piedi 5. 1 in circa; e riducendo la detta altezza a una distanza dal suo sbocco eguale a quella dell' Adige dal suo, resterà la piena del Pò più bassa di quella dell' Adige un piede in circa.

COROLLARIO II.

(1) Ed essendo ciò vero anco rispetto alla cadente dell' acqua bassa, ne segue, che *le campagne molte volte potranno avere lo scolo ne' fiumi grandi, e loro sarà negato ne' minori;* e perciò giova in molti casi, per dare lo scolo alle terre, che per altro non potrebbero averlo, unire insieme più fiumi; perchè abbassandosi con ciò il fondo del fiume unito, e la di lui superficie in acqua bassa, o ordinaria, potranno le terre scolarvisi dentro.

COROLLARIO III.

E perchè (sebbene ne' fiumi influenti non si altera così considerabilmente la cadente del pelo tanto alta, che bassa) si profonda l' alveo, e conseguentemente il pelo dell' acqua bassa ec. *potranno anche negli alvei di questi, quando l' abbassamento sia sufficiente ottenere lo scolo le campagne contigue.*

COROLLARIO IV.

Similmente, perchè le piene de' fiumi influenti debbono portare la loro superficie ad unirsi con quella della piena del tronco comune

(1) Anche questa verità si conferma dall' esperienza del Pò, e de' fiumi predetti. Il pelo del Canal bianco all' imboccatura della fossa della Policella, si trovò nelle dette livellazioni (li 20 Marzo 1721) aver caduta di piedi cinque sopra il pelo del Pò allo sbocco della medesima fossa, con tutto che il Pò non fosse allora nella sua massima bassezza, e con tutto che il detto punto del Canal bianco (come poc' anzi si è accennato) sia per lo meno sei miglia più vicino al suo termine in mare. Era il pelo del Canal bianco più basso della sommità de' suoi argini piedi 11. 8. 8, cioè a dire in istato di gran magrezza, mentre da altre osservazioni fatte in quelle vicinanze, cioè alla chiavica del Buso di Borella li 8 Aprile 1721, si raccoglie, che quando il detto pelo è più basso degli argini piedi 11. 1. 1. non ha nel maggior fondo che piedi 2. 4 d' acqua. Così pure il pelo dell' Adige alla Torre nuova in distanza di miglia sei, e mezzo dal suo sbocco si trovò più alto di quello del Pò alla Cavanella in distanza di miglia dodici, e un quarto dalle sue foci piedi 2. 2. 3; la pendenza del pelo del Pò in miglia 5, e tre quarti, che vi sono di differenza fra le dette distanze è in quel tratto di oncie 4. 2; e però riducendo il pelo del Pò, a quel che sarebbe in sito corrispondente a quello dell' Adige riuscirebbe più basso di questo piedi 2. 6. 5. Ben è vero, che l' Adige non era nella sua maggior bassezza, come vi era a un dipresso il Pò, onde il divario de' peli infimi di questi fiumi nei due siti che si paragonano, sarà qualche cosa di meno dei detti piedi 2. 6. 5, nè è maraviglia, che non vi si trovi che una piccola differenza in tanta vicinanza al termine comune del mare, sul quale debbono a un dipresso andarsi a spianare le linee cadenti dell' uno, e dell' altro fiume.

de' fiumi uniti, e dovendo ella avere una determinata pendenza, ne segue, che *abbassandosi la superficie della piena del fiume unito, resterà anche più bassa quella della piena del fiume influente*, e perciò non avrà bisogno di argini tanti alti, quanto richiederebbe, se dovesse portarsi da sè solo al mare.

COROLLARIO V.

E tanto meno alti si richiederanno vicino allo sbocco, e per quanto può durare il rigurgito del fiume recipiente; perchè trovandosi in questo tratto tutte le sezioni dell'alveo maggiori di quello, richiede la quantità dell'acqua che vi passa (comechè questa ha la sua velocità impedita) (1) ne segue, che la cadente della piena sarà meno inclinata in questo pezzo d'alveo, che nel restante più alto; e perciò gli argini in detta parte, si richiederanno più bassi.

COROLLARIO VI.

Potendo molte volte *incontrarsi, che l'unione di più fiumi in un alveo solo, lo scavi talmente, che la superficie delle piene non giunga*

---

(1) Torna qui a proposito metter sotto gli occhi con un piccol profilo non pure quello che si dice in questo corollario, ma tutto ciò che si è detto nel presente capo nono in ordine all'abbassamento dei fiumi per la loro unione.

Sia dunque (*fig.* 82.) AB il pelo basso di un recipiente, sotto cui sbocchi alla profondità AD il fiume solitario EODA, il cui pelo in somma escrescenza sia FCA, e il fondo stabilito OED (o siano le linee del pelo, e del fondo paralelle, o come si vuole inclinate) e intendasi, che nella sezione CE del medesimo si faccia andare a sboccare un nuovo fiume. Dovrà dunque per le cose dimostrate nella proposizione 2.ª di questo capo abbassarsi nella detta sezione il fondo E, anzi tutto il letto fino allo sbocco rendersi meno declive, quanto richiede la forza dell'acqua aggiunta di nuovo al recipiente; onde posto che la linea GD abbia quella pendenza che può esigere tal forza, dovrebbe GD essere la cadente da stabilirsi del nuovo letto, se lo sbocco si mantenesse tuttavia col suo fondo nel punto D. Ma perchè secondo le cose dette al §. *Per un' altra ragione* della medesima proposizione 2.ª, il punto D si dee profondare, sia il profondamento a cui si stabilirà lo sbocco DL, onde la sezione della foce sia divenuta AL, e per essa possa smaltirsi per l'appunto tutta l'acqua dei fiumi uniti, e pieni. Tirando dunque LH paralella a DG sarà LH la linea del fondo stabilito dopo l'unione. In oltre, perchè alla proposizione 3.ª si è mostrato dovere la cadente del pelo dell'alveo comune a' fiumi uniti esser meno inclinata all'orizzonte di quella del solo fiume FA, si dovrà dopo l'unione predetta abbassare il pelo delle piene come in AI. Perchè poi nella proposizione 3.ª si è fatto vedere, che superiormente all'unione ciascuno dei due fiumi dee abbassare il suo fondo, ed uguagliarlo nel punto dell'unione, con quello dell'alveo comune, ritenendo per altro ciascuno di essi la primiera declività, tirando per H (che è il punto dell'alveo comune nella sezione della confluenza) la linea HM paralella ad EO, sarà HM la

al piano della campagna; perciò *in tal caso non sarebbe necessaria alcuna costruzione d' argini*, e si provvederebbe a tutti que' danni che portano seco le rotte de' medesimi, in somma si riceverebbero tutti que' vantaggi dall' unione, che procedono dall' avere il fiume incassato, piuttosto che arginato.

COROLLARIO VII.

Perchè *l' acque unite* corrono con maggior corpo; e perciò con maggiore profondità, e sboccano al mare con foce più ampia, più profonda, e più libera; perciò *formano porti, e si rendono navigabili per buon tratto;* al che contribuisce ancora la poca declività della superficie del fiume, che rende più facile il navigare contr' acqua. Quale utile apportino le navigazioni alle provincie, non è quì luogo di parlarne, come d' un punto assai noto; sapendosi che molte città debbono la loro origine, accrescimento, e conservazione a tale prerogativa.

Tutto ciò che sin ora si è detto, si dee intendere quando i fiumi siano stabiliti d' alveo, o portino acque torbide che possano contribuire al loro stabilimento; e perciò non è applicabile a' condotti dell' acque piovane, le superficie delle quali, o per essere chiare, o perchè gli uomini hanno l' attenzione di mantener loro scavati gli alvei a misura della necessità, regolarmente sono più basse (anche nelle loro maggiori escrescenze) delle piene de' fiumi; si dee parimente avvertire, che *quantunque tutti i predetti buoni effetti, si verifichino nel tronco del fiume unito, non è però necessario che succedano sempre negli alvei di quelli che si portano all' unione*, potendo darsi il caso, che riesca di maggior utile il portarsi un fiume da se al mare,

---

positura a cui di sopra all' unione si ridurrà coll' escavazione il primiero fondo del recipiente EO. Quindi è, che nelle parti più lontane alla confluenza il pelo delle piene del primo fiume, si dovrà abbassare come in NP (per il corollario 4.° di questa proposizione) per modo che le altezze PR, MN delle piene sopra il fondo MR, restino a un dipresso eguali a quelle che avea il fiume ne' siti corrispondenti sopra il vecchio fondo OE; ma nelle parti più vicine alla confluenza, come nel tratto del nuovo fondo RH dovrà alterarsi il pelo delle dette piene per l' impedimento del rigurgito delle nuove acque, le quali richiedendo nella prima sezione IH dei fiumi uniti una tale altezza di corpo, come a cagion d' esempio IH obbligheranno il pelo NP, che dee andare a concorrere con IA nel punto I, o non molto lungi da I a rendersi meno inclinato, che nelle parti superiori piegandosi come in PI quanto potrà bastare all' equilibrio della forza delle proprie acque, colla resistenza delle acque dei due fiumi congiunti (come si avverte nel presente corollario 5.°) rimanendo tuttavia la cadente del pelo della piena tanto del primo fiume, quanto dei fiumi uniti NPIA tutta più bassa della primiera cadente ACF, siccome il fondo MHL rimarrà tutto più basso del primo fondo OED.

che l'unirsi con un maggiore; dipendendo la determinazione del vantaggio, o svantaggio da diverse circostanze, che meritano di essere esaminate: come sono, per esempio, la situazione del fiume che si vorrebbe unire al maggiore; la condizione della campagna di mezzo, e de' scoli di essa, e la caduta, esito, e distanza della foce; poichè, se la di lui linea sino allo sbocco fosse più breve, e con caduta al mare maggiore di quella che può avere sul pelo basso del fiume, col quale si pretendesse di unirlo; egli è certo, che niun buon effetto si potrebbe sperare nell'alveo di esso; abbenchè fossero per succedere tutti gli accennati nell'alveo di quello che lo ricevesse; anche però in questo caso può succedere, che torni il conto di fare l'unione di due fiumi, come (1) se lo sbocco al mare fosse impedito, o in una spiaggia di poco fondo, e che perciò lasciasse luogo di dubitare,

(1) Non si può dubitare, che l'accrescimento di nuove acque in un fiume non possa contribuire a togliere, o a scemare quell'alzamento che potesse succeder di esso per lo prolungamento della sua linea, sboccando egli in una spiaggia di mare di poco fondo, in quanto le dette acque aggiunte debbono per le cose finora dimostrate far abbassare e lo sbocco, e tutto il letto del fiume. Solo potrebbe alcuno muover dubbio, se trattandosi di un fiume torbido aggiunto ad un altro, potesse col moltiplicarsi la materia terrestre accelerare il prolungamento predetto della linea, e con ciò peggiorar la condizione del fiume. A rimover tal dubbio sia (*fig.* 83.) AB il fondo del fiume, in cui si vuole introdurre l'altro, B il suo sbocco in mare. Si tiri l'orizzontale BC, e pongasi che il fiume AB sia atto colle sue torbide a prolungar l'alveo in un dato tempo v. g. in dieci anni per lo spazio BC, talmente che dopo tal prolungamento, e in capo al detto termine il fondo dello sbocco si debba esser protratto fino in C, e il fondo tutto del fiume trasportato in CD paralella ad AB. Venga ora introdotto nel fiume AB l'acqua di un altro fiume ancorchè torbido. Per le cose finora dette è manifesto, che quando sarà seguita la protrazione della linea fino in C (tosto, o tardi che ciò sia) il fondo dell'alveo comune non potrà trovarsi nella positura DC, ma dovrà averne presa un'altra meno inclinata, come CE qual si conviene alla maggior forza dell'acque insieme congiunte; anzi dovendosi da queste acque abbassare anco il fondo dello sbocco, come in F la vera linea su cui il nuovo fondo si troverà dopo il detto prolungamento, sarà la FG paralella a CE, la qual linea FG necessariamente taglierà il primiero fondo avanti il prolungamento in un punto O anche più vicino a B del punto I, in cui l'avrebbe tagliato la retta CE (anzi potrebbe anco tal sezione O cadere di sotto al punto B) e taglierà parimente l'orizzontale BC in qualche punto come in H. Ancorchè dunque si supponga che per la maggior copia di terra portata dal fiume aggiunto, il prolungamento della linea da B fino in C sia seguito qualche poco più sollecitamente di quei dieci anni, ne' quali si supponeva poter seguire colle deposizioni del solo primo fiume, e avanti l'introduzione delle nuove torbide, nulladimeno è manifesto, che il tratto del nuovo fondo FH resterà assolutamente più basso dell'orizzontale BC, non che dell'alveo prolungato DC, e che parimente la parte superiore del nuovo alveo OG dall'intersecazione O, al di sopra sarà anch'essa più bassa, e dell'alveo primiero AO, e molto più di quell'altro DC, che in que' dieci anni si sarebbe formato; onde in caso che il punto O cada fra I e B, non vi sarà che

che il prolungamento della linea potesse in breve togliere la necessaria caduta al fiume, o pure s'egli portandosi al mare a dirittura, dovesse passare per siti bassi, che richiedessero grand' elevazione di argini, e simili. (1) Insomma è necessario un ben pensato giudicio di tutte le circostanze, ed una ben distinta cognizione di ciò che succede all' unione de' fiumi, prima di terminare, quali siano i beneficj che ponno ricavarsi, dal mandare un fiume a sboccare nel mare, o pure in un altro maggiore.

---

il solo tratto d' alveo OH (cioè quello che scorrerà fra le nuove alluvioni dove già era mare, o pure assai vicino ad esso fino al punto H) che sia veramente più alto del tratto corrispondente OB, ma tuttavia sempre più basso di tutto il fondo DC, che in quel numero d' anni si sarebbe formato, e però niuno assoluto alzamento sarà seguito nel fiume maggiore, di quello che ne' detti dieci anni sarebbe seguito, anzi nella maggior parte de' luoghi, egli si sarà positivamente profondato, e più lungo tempo di que' dieci anni si richiederà a produrre un prolungamento tale, che il punto O, in cui il nuovo fondo stabilito dee incontrare il primiero letto AB, si avanzi all' insù nelle parti più lontane dallo sbocco, e ciò non ostante al disopra di quel punto il fiume sempre avrà guadagnato in profondità, onde maggiore sarà sempre il beneficio per la forza dell' acqua accresciuta, che il danno per la materia terrea aggiunta al fiume.

Tutto ciò si è detto nel supposto dell' autore, che il poco fondo della spiaggia dia luogo a temere prolungamento di linea. Per altro dove il mare ha fondo considerabile, non segue un tal effetto, perocchè le burrasche rimescolando le materie deposte da' fiumi le assorbiscono, e le portano in alto mare. Atteso ciò non si può supporre come pare, che alcuni vogliano che gli aumenti delle spiagge, o i prolungamenti delle linee de' fiumi siano proporzionali a' tempi, ma si dee aver riguardo alla qualità de' fondi, altrimente vedendosi talvolta prolungate le dette linee in pochi anni qualche centinaia di pertiche si dovrebbe credere, che due mila anni fa il mare giugnesse assai più dentro terra, di quello che veramente sappiamo che egli vi giugneva.

(1) Fra le circostanze che si debbono ponderare per accertarsi se sia espediente l' unione di più fiumi, una se ne considera dall' autore nella prop. 5.ª di questo capo, ed altre ancora se ne adducono nel capo ultimo del presente trattato. Ma oltre di queste è anco da avvertire, che intanto debbono ne' fiumi uniti seguire quegli effetti di abbassamento, e del fondo, e del pelo che si sono dimostrati, in quanto alla forza delle acque di amendue, cospira a produr tali effetti; onde se questi debbono succedere, convien supporre che le acque predette in quello stato in cui hanno forza di escavare gli alvei, cioè a dire nello stato di loro piena, insieme concorrano, e confluiscano nel letto comune, che è quanto dire, che le escrescenze de' fiumi che si tratta di unire, siano (almeno in qualche grado di considerabile altezza) contemporanee, per modo che l'uno e l'altro fiume ad un tempo stesso congiunga in quell'alveo le proprie forze a produrne l'escavazione. E però malamente ragionerebbe, chi fondandosi sulla dottrina finora esposta volesse applicarla a fiumi talmente disparati, che le loro piene ordinariamente non si incontrassero ad un tempo stesso, e specialmente ove si trattasse di semplici torrenti, senza alcun aiuto d' acque perenni; imperocchè sebbene anco rispetto a questi in un caso, che si dasse di concorso simultaneo di qualche loro escrescenza comincerebbe la natura a produrre quegli effetti che si

Ecco adunque quanto bene la natura provveda, mandando i fiumi ad unirsi insieme a' molti pregiudicj che succederebbero alla loro disunione; e che di fatto sono molte volte succeduti, quando diversi accidenti hanno tenuti separati i fiumi l'uno dall'altro. Era piena la Lombardia ne' contorni di Piacenza di rami moltiplicati del Pò, e de' fiumi a lui tributarj, che la tenevano tutta ripiena di paludi; quando Emilio Scauro, riducendoli tutti in un sol tronco, bonificò quel paese, e lo rendette abitabile; e qual volta gli uomini, ingannati dall'apparenza, hanno pensato di sgravare gli alvei de' fiumi maggiori dall'acque che si credevano soverchie, e lo hanno fatto col divertire qualche fiume, o torrente solito a sboccare in esso; non hanno tardato molto a sentirne i cattivi effetti: testimonj di ciò ne ponno essere i Ravegnani, per la diversione sopraddetta del Lamone dal Pò di Primaro; e gli abitatori della Romagnola bassa, per le diversioni de' fiumi Santerno, e Senio: nè lasciano i Ferraresi di sentire gli effetti dell'alzamento del fondo, e delle piene del Pò di Primaro, seguite non solo per la rivolta di tutto il Pò grande nel ramo di Venezia; ma anco per la rimozione de' fiumi predetti dal di lui alveo.

(1) Io non intendo perciò di riprovare le risoluzioni di tutti quelli, che divertiscono acqua da' fiumi, siasi o per irrigazioni, o per condotta di canali navigabili da un luogo all' altro; perchè vi sono de' fiumi che lo permettono senza danno notabile: tali sono per lo più,

---

sono spiegati; nulladimeno difficilmente in una sola piena potrebbe compirli, e posto che li compisse, venendo poi in altri casi le piene dell'uno, senza quelle dell'altro, si potrebbe perdere tutto il guadagno fatto nel primo caso, anzi si potrebbe peggiorare di condizione a riguardo del dilatarsi, che allora dovrebbe fare la piena d'un solo fiume per una larghezza proporzionata ad amendue i fiumi uniti.

(1) Pare che l'autore in questo luogo contrapponga all'unione de' fiumi sinora da lui commendata, e mostrata vantaggiosa la diversione dell'acqua, o sia la diramazione d'un fiume in più alvei, o canali. Qui tuttavia è da ponderare, che propriamente parlando in ordine agli effetti sinora accennati all'unione di due fiumi si contrappone più tosto l'esclusione d'un influente dal suo recipiente (esemplificata poc'anzi da lui medesimo nella rimozione de' torrenti della Romagna dal Pò di Primaro) col mandarlo a sboccare ad altro termine, che la divisione di un solo fiume in più rami. La ragione è, perchè il diramare l'acqua d'un fiume non è propriamente altro che un dilatarne l'alveo, mentre facendosi un nuovo canale si viene a fare scorrere in maggior larghezza quell'acqua medesima che passava per minor larghezza, il che può bensì far alzar il fondo al punto della diramazione, gittando ivi un ridosso (come al coroll. 4.° della prop. 3.ª cap. 5.°) ma non può alzarsi il pelo superiore, mentre la maggior dilatazione che si dà all'acqua, non permette tal alzamento, anzi può per qualche tratto all'insù seguire abbassamento, e inclinazione maggiore, dilatandosi anche superiormente il fiume, e sebbene il vecchio alveo dalla diramazione in giù, dovrà anco ristrignersi, tuttavia la somma delle due larghezze sempre resterà maggiore

1.° quelli che corrono chiari; attesochè, per difetto di materia, non ponno nè elevarsi, nè ristringersi l' alveo. 2.° Quelli che corrono per campagne alte di superficie, rispetto al fondo del fiume; poichè, abbenchè questo qualche poco si elevi, tale alzamento poco o nulla pregiudica. 3.° Quelli che hanno grandissima abbondanza d' acqua, dimanierachè la parte divertita non abbia sensibile proporzione colla rimanente. 4.° Quelli che portano materia sottile, la quale non richiede molta velocità per essere portata sino allo sbocco. 5.° Quelli ch' entrano nel mare in luoghi ne' quali i flussi, e riflussi sono molto grandi; poichè l' acqua del mare, che nel tempo del flusso entra negli alvei de' fiumi, ritornando indietro nel tempo del riflusso, serve a tenere netto l' alveo dalle deposizioni; al che mi do a credere, s' appoggi la durabilità de' molti canali navigabili che si trovano nell' Olanda, e in altri luoghi.

In contrapposto de' beneficj che apporta l' unione de' fiumi, vi è qualche danno da non trasandarsi in questo luogo; poichè 1.° i fiumi uniti che sono anche i maggiori, hanno le tortuosità più grandi di giro e perciò qualunque volta si danno a corrodere una ripa, riesce più difficile, o almeno più dispendioso il difenderla, dimodochè in casi simili sovente accade, che si stimi minor danno il ritirarsi indietro con gli argini, che l'impedire con opere manufatte l' avanzamento della corrosione; questo danno però viene in parte ristorato dal fiume medesimo; perchè quanto esso leva di terreno da una parte, tanto ne aggiunge colle alluvioni dall' altra. 2.° Accadendo una rotta negli argini di un fiume grande, occuperanno le di lui acque uscite dall' alveo, più grande ampiezza di terreno, che se fosse succeduta in un fiume picciolo, e perciò potranno essere causa di danni maggiori. 3.° Queste rotte, comechè riescono di più ampia apertura, portano maggior dispendio, e molte volte più difficultà in chiuderle, secondo le circostanze. 4.° Quello che è più notabile in questo particolare, si è ciò che dà motivo alla seguente proposizione.

PROPOSIZIONE V.

Se *un fiume maggiore correrà con poca caduta, e dopo lasciato di*

---

della primiera larghezza; ma quando si devia da un recipiente un fiume solito a sboccarvi, non si fa artificialmente alcun cangiamento nella larghezza del recipiente, ma solo sottraendo in esso la forza all' acqua si obbliga egli stesso, e a ristrignersi, e ad alzarsi di fondo (come pure dee seguire nell' influente deviato) e tal alzamento si dee propagare nell' uno, e all' altro fiume anco alle parti superiori, e alterare tutta la cadente del fondo con elevarla, e con farne eziandio alzare la superficie, come dalla dottrina di sopra stabilita facilmente si raccoglie.

portare ghiara, se gli unirà un fiume che ne porti dentro il di lui alveo; sarà il fiume maggiore obbligato, o a mutar corso, o ad elevare il proprio fondo nelle parti superiori.

Poichè egli è evidente, che l'acqua d'un fiume, abbenchè mossa con velocità considerabile, non può spingere molto all'innanzi un sasso gettatovi dentro, se non ha molta caduta nel fondo dell'alveo, e particolarmente se il fondo predetto non sarà resistente. Vero è, che sul principio, e per poca quantità la forza dell'acqua scavando d'intorno al sasso il terreno, lo seppellirà in esso; ma finalmente non potendo detto sasso essere profondato all'ingiù sino al centro della terra, converrà che il primo sasso seppellito arrivi ad un sito, sotto del quale non possa passare; e perciò potranno bene sopra di esso sostentarsi altri sassi, che bastino a riempire tutto il sito sino al piano del fondo del fiume, ma non più; nel qual caso non potendo più profondarsi il sasso, nè smaltirsi lungo il corso dell'acqua, attesa la poca declività del fondo dell'alveo; converrà che entrati i sassi nell'alveo del fiume maggiore ivi si fermino, e comincino ad elevare il fondo, per formare quella pendenza all'alveo che è necessaria per impellere avanti i sassi, e le ghiare, avendo riguardo alla forza dell'acqua del fiume unito, non più a quella dell'influente; ed in questo caso, facendosi come una chiusa di sassi attraverso dell'alveo del fiume unito, converrà che la di lui acqua nella parte posteriore, si elevi di superficie, per potere sormontare col suo corpo l'impedimento de' sassi portati dal fiume influente; e restando l'acqua del fondo per causa dell'impedimento medesimo priva, o rallentata di moto, ne seguirà, che ivi si faranno delle deposizioni, e per conseguenza il fondo dell'alveo s'eleverà, tutto al contrario di quello che succederebbe, se il fiume influente portasse materia omogenea a quella che porta il fiume unito in dirittura dello sbocco; e la ragione di questa diversità si è, che nell'ultimo caso, l'unione de' fiumi accresce forza, ma non aggiunge impedimento; ma nel primo aggiunge più d'impedimento che di forza; e se accadesse, che tanta fosse la forza quanto l'impedimento accresciuto, allora non si altererebbe in conto alcuno il fondo del fiume unito.

Tale elevzione di fondo nelle parti posteriori dell'alveo, suppone una condizione difficile da ottenersi; ed è che la ripa opposta allo sbocco del fiume influente resista alla corrosione; altrimenti deponendosi il sasso dalla parte dello sbocco, e spingendosi avanti a scarpa verso la ripa opposta, lascierà il fondo maggiore della sezione dalla parte di essa ripa; alla quale perciò voltandosi il filone dell'acqua, comincierà ad aprirsi il passo verso quella parte, cagionando un giro di corrosione, per lo quale a poco a poco volterassi tutta la corrente del fiume proporzionandosi l'alveo in quel sito; al che seguirà che il fiume

influente prolungherà la sua linea, formandosi l'alveo dentro le ghiare deposte nel sito vecchio del fiume maggiore, e s' aprirà nell' alveo di esso un nuovo sbocco. E quì nuovamente si torneranno a produrre i medesimi effetti di prima, rispingendosi sempre la corrente del fiume maggiore al lato opposto, e facendo nuove corrosioni; e tutto ciò s' anderà continuando, finchè il fiume tributario, si sarà prolungata la linea, tanto che cessi dal portar ghiare nell' alveo del fiume dentro del quale dev' egli avere l' ingresso. Il che ec.

Da questo principio mi do io a credere, proceda che i fiumi reali i quali ricevono il tributo di altri fiumi minori, se corrono per pianure tengano la loro corrente lontana dalle radici de' monti; poichè siccome può essere che il Pò, per esempio abbia avuto una volta il suo corso vicino, o a gli apennini, o a gli euganei (dal che non discordono le tradizioni de' popoli, e le notizie che dello stato antico di esso s' hanno dall' istorie) così può esserne stato rispinto nella maniera predetta da' fiumi, che scendono da essi, e che allora solo abbia trovato un sito stabile, quando trovatosi quasi in mezzo della gran valle della Lombardia, s' è assicurato che non entrino nel di lui alveo sassi, e ghiare portate da' fiumi influenti; ed in fatti s' osserva, che dopo che il Pò lascia di correre in ghiara, non ne riceve più di sorte alcuna da' fiumi tributarj.

Da questa medesima causa può anche nascere la tortuosità, o piuttosto l' obbliquo, e serpeggiante corso di alcuno de' fiumi reali; poichè, come si è detto, dovendo essere rispinta da sassi la corrente di esso, sino ad essersi sufficientemente prolungata la linea del fiume influente (per esempio, essendosi rivoltato in CDE (*fig.* 52.) l' andamento del fiume reale, sino a dar luogo al necessario allungamento della linea del fiume AB sino in B, che sia l' ultimo termine delle ghiare) può darsi il caso, che il fiume GF anch' esso richieda il prolungamento GF sino al punto F, supposto esso pure l' ultimo termine della portata de' sassi; nel qual supposto è evidente, che il corso del fiume CEF non potrà passare tra F, e G, ma necessariamente dovrà essere rispinto in EF; e per la stessa ragione potrà dal fiume HI essere nuovamente rispinto in FI, dimodochè il fiume reale prenda per tali cause il corso serpeggiante CDEFI, che in questo caso non sarà un errore di natura, ma bensì un rimedio necessario a provvedere a quegli sconcerti, che senza detta tortuosità necessariamente succederebbero.

Da questa considerazione si cavano alcuni avvertimenti necessarj; il primo de' quali è, di non introdurre mai alcun fiume che corra in ghiara dentro l' alveo d' un fiume reale, che abbia il fondo arenoso o limoso. 2.° Di non abbreviare mai la linea a quei fiumi influenti, che portano il sasso assai vicino alla propria foce. 3.° Che le corrosioni

delle ripe de' fiumi reali prodotte da' sassi, portati dentro de' loro alvei da' fiumi tributarj, sono irrimediabili; ed è opera, e spesa ugualmente inutile, che dannosa al corso del fiume reale l' ostarvi. 4.° Che quando sia cosa possibile, torna più a conto, o portare più abbasso la foce del fiume influente, o allungargli la strada colle tortuosità, per fargli deporre il sasso prima dell' introduzione.

Noi abbiamo detto nel principio di questo capitolo, che molte volte l'unione de' fiumi è fatta per una necessità di natura. Ciò è manifesto in tutte le congiunture; perchè non essendo altro la natura che la combinazione delle cause operanti, senza la direzione artificiosa della mente umana; tutte le volte che più fiumi si sono uniti insieme senza opera di uomini, ciò è succeduto per virtù di cause necessariamente operanti, le quali sempre agiscono verso quella parte dove trovano maggiore facilità; e perchè come si è fatto vedere, i fiumi quanto sono maggiori, tanto più facilmente smaltiscono le proprie acque; perciò quelle che scorrono sopra la superficie della terra, si sono portate ad introdursi ne' fiumi grandi, facendo prima picciole unioni, e poi maggiori, sino al formarsi gli alvei de' fiumi reali. Tale necessità però molto più si manifesta ne' fiumi che scorrono fra le montagne, dalle radici delle quali sono sforzati i fiumi a scorrere verso una parte determinata, cioè verso quella dove si trova l' apertura di esse, che dà l' uscita al fiume medesimo; e perciò i fiumi che scorrono fra' monti, seguitano tanto nel loro corso, quanto nelle unioni, la direzione delle valli formate dalle montagne; siansi esse valli effetti del corso de' fiumi, o pure formate dalla natura prima d' essi; e perciò non si uniscono i fiumi insieme, prima che una valle non sia aperta in un' altra, se pure non vi siano condotti sotterranei, per li quali possano i fiumi avere il loro esito. Gli effetti però sono i medesimi, tanto ne' fiumi che scorrono fra le montagne, quanto in quelli che per le pianure si portano al mare; nè variano in altro se non in ciò, che i primi hanno il sito de' loro alvei più determinato, e ristretto fra le radici de' monti; ma i secondi ponno variar corso da un luogo all' altro, portandolo ora più a Levante, ora più a Ponente; e perciò pochi sono i luoghi della Lombardia, che in un tempo, o in un altro non siano stati bagnati dalle acque del Pò, di cui anche in oggi si vedono tante vestigia di alvei derelitti.

Tutto il sopraddetto appartiene principalmente agli effetti che s' osservano negli alvei de' fiumi uniti; ma per quello risguarda le alterazioni che arrivano all' acqua corrente per essi, si dee distinguere, perchè, o si parla degli sbocchi, e di ciò abbiamo trattato nel capitolo antecedente, siccome di quello che accade a' fiumi tributarj; o pure si discorre degli effetti dell' acque accomunate con quelle del recipiente, e di già abbiamo detto, che la direzione dello sbocco fa

diversi effetti; onde resta da discorrere dell'alzamento che fanno i fiumi influenti nel recipiente, il che proccureremo di fare nel seguente capitolo.

CAPITOLO DECIMO

Dell' escrescenze, e decrescenze de' fiumi, e della proporzione colla quale s' aumentano l' acque de' medesimi.

Pochi, per non dir niuno, sono i fiumi che corrano sempre colla medesima quantità di acqua, senza accrescimento, o diminuzione, se pure non sono canali regolati, ne' quali s'attemperi l'introduzione dell'acqua con diverse fabbriche, o diversivi; il che anche riesce d'una somma difficoltà, particolarmente senza una continua vigilanza, ed assistenza alle macchine regolatrici: gli altri tutti s'accrescono d'acqua per diverse cagioni. Ma qui si dee per maggiore chiarezza distinguere; perchè o si parla della quantità assoluta dell'acqua, o pure della sezione che occupa nel passaggio per un dato sito del fiume. Se si parla della *quantità assoluta dell' acqua*, non v'ha dubbio che questa *si accresce per lo maggiore vigore delle sorgenti; per la quantità delle piogge; per le nevi liquefatte; e per l' acqua de' fiumi influenti ec.* ma se si discorre dell'area della sezione che occupa, oltre le predette cagioni, può concorrervi *il ristagno del mare, o de' fiumi maggiori;* ed anche sebbene insensibilmente *la forza del vento* contrario alla corrente; *il ristringimento dell' alveo;* e generalmente *tutti gl' impedimenti inferiori* che levano la velocità al corso del fiume.

L'accrescimento d'acqua ne' fiumi per causa delle sorgenti più abbondanti, rare volte è repentino, ma per l'ordinario si fa gradatamente, e per lunghi intervalli di tempo; non così quello ch'è prodotto dalle *piogge*, e dalle *nevi* liquefatte, le quali *fanno crescere ad un tratto i fiumi minori*, abbenchè (di rado incontrandosi che i fiumi influenti s'accrescono tutti in un tempo) non procedano a proporzione le piene de' fiumi maggiori. Questi se hanno lungo tratto, *ponno aumentarsi d' acqua nelle parti più vicine allo sbocco, senz' alterarsi nelle più lontane;* perchè può darsi il caso che l'acqua delle pioggie faccia crescere un fiume influente inferiore, e che non piovendo nell'istesso tempo in quel tratto di paese che tramanda le sue acque ad un altro superiore, questo non si alteri dal suo stato ordinario; siccome può anche succedere che cresca il fiume nelle parti superiori, e non riceva motivi d'accrescimento da' fiumi inferiori; ma non *perciò saranno esenti dall' escrescenza le parti più basse dell' alveo*. Ciò d'ordinario succede nella liquefazione delle nevi, la

quale facendosi ne' monti più alti solo l'estate, e soffiando il sirocco, i fiumi inferiori che d'ordinario nascono dalle montagne più basse, nelle quali si disfanno più presto le nevi non ponno a quel tempo per mancanza di queste aumentarsi; ed ordinariamente non succedendo l'estate piogge tali da far correre i fiumi gonfj, ne meno per causa di queste possono, moralmente parlando, venire le piene a' fiumi inferiori. Quindi è, che attemperandosi l'accrescimento d'una causa, col difetto d'un'altra, ha ciascun fiume, siccome tutte l'altre cose, così il suo massimo stato che non può eccedere naturalmente, cioè a dire i limiti del suo alzamento; ed abbenchè non sia impossibile l'unione di tutte le cause, e l'accrescimento della loro energia, nulladimeno *sunt certi denique fines*, i quali trasgredendosi, succederebbero diluvj irreparabili, come quando s'aprirono le cateratte del cielo, e gli abissi della terra. Resti dunque determinato, che *ogni fiume ha il suo termine d'altezza, oltre il quale non passano le di lui piene maggiori*, ed al quale devono essere superiori le ripe, e gli argini del fiume, acciocchè non succedano innondazioni.

Non è perciò maraviglia, se *le piene de' fiumi minori durano meno di quelle de' maggiori*; perchè accrescendosi i primi per le escrescenze degl'influenti che hanno gli sbocchi in poca distanza l'uno dall'altro, corre poco divario dall'entrata di uno, all'entrata dell'altro, e richiedendosi poco spazio di tempo, per la brevità del cammino, allo scarico dell'acqua introdotta in essi; al cessare della causa produtrice della piena, cessa altresì poco dopo la medesima; ma ne' fiumi maggiori, quando anche le cause operanti concorressero tutte in un tempo, i fiumi inferiori più presto si scaricherebbero; dimodochè al sopravvenire della piena cagionata dall'influsso de' fiumi più alti, quelli avrebbero di già smaltite le proprie acque, e perciò non aggiungerebbero più dell'ordinario al fiume maggiore; ond'è, che frequentemente s'osserva, che *al cessare della piena dell'ultimo influente, sopravviene quella dell'altro immediatamente superiore*, e mantiene nel fiume recipiente quell'accrescimento, che non può essere effetto dell'influente inferiore, e così procedendo successivamente, chiaramente si vede, che tanto dee durare la piena, quanto basta per dare scarico a tutti i fiumi, che debbono tramandare le loro acque al mare in diverse distanze da esso.

Molto *più durano le piene fatte dal disfacimento delle nevi*, richiedendo queste lungo tempo al loro intero consumo, particolarmente se esso dee succedere a forza di sole, che non opera ugualmente in tutte le parti delle montagne che hanno le loro facce esposte più, o meno a' raggi di esso; o pure opposte a' medesimi, e sono per lo più tali che non ricevono il di lui calore, che dopo molte ore del giorno e lo perdono molte ore prima della sera; quindi è, che *durando lungo*

tempo lo scioglimento delle nevi, durano a proporzione le piene de' fiumi, le quali siccome non arrivano al mare il primo momento che le nevi cominciano a disfarsi, ma addimandano lo spazio talvolta di molti giorni, ne' fiumi di lungo tratto; così non cessano immediatamente, dopo il totale consumo delle medesime, ma continuano qualche giorno dopo, quanto cioè ricerca l'acqua per arrivare al mare per lo tratto dell' alveo nel quale corrono. Da ciò si toglie la maraviglia che ostentano alcuni, nel veder venire talvolta le piene de' fiumi a ciel sereno, e senza pioggia veruna, per ispiegare il quale effetto, hanno indotte cause occulte, riccorrendo agl' influssi delle stelle, ed alle cause universali.

Succede anche talvolta, che *ne' siti alti d' un fiume venga una piena considerabile, e nelle parti inferiori non porta motivo di farvi sopra alcuna riflessione* tanto riesce ella moderata; ciò succede, se la piena è fatta da' soli fiumi influenti superiori, perchè ne' proprj alvei, e nel tronco comune, può darsi il caso che formino una sezione assai alta, ma arrivando ne' siti dell' alveo più dilatato, e non occupato in quel tempo dalle piene de' fiumi inferiori, è necessario, che per la larghezza della sezione, s' abbassi la superficie dell' acqua, e perciò non renda considerabile la piena. Ne' fiumi temporanei s' accoppia alla predetta un' altra causa dell' effetto medesimo, ed è, che incontrandosi dopo una gran siccità, che il fiume s' accresca d' acqua, una parte di questo può essere imbevuta dal fondo, e dalle sponde dell' alveo, e fare l' effetto medesimo, che alle volte fanno le voragini incontrate per istrada da' fiumi; bisogna però che l' acqua imbevuta dal terreno, abbia qualche manifesta proporzione a quella che resta, acciò succeda l' effetto sensibile, che perciò non può osservarsi che ne' fiumi piccoli, e nelle piene di poca durata.

Quando un fiume entra a correre nell' alveo d' un altro, se questo avrà il fondo, e le sponde stabilite, e proporzionate all' acqua di tutti gli altri fiumi che dentro vi mettono, non v' è dubbio, che *farà crescere l' altezza della di lui acqua più, o meno, secondo lo stato in che lo troverà*. È regola universale, ch' (1) *entrando i fiumi influenti in acqua bassa del recipiente, accrescono l' altezza di questo, più che non fanno in acqua alta*, inmanierachè il minimo accrescimento

(1) Questa verità viene comprovata dalla comune sperienza almeno ne' tratti de' fiumi assai lontani dalle loro origini; ed è quella che ha servito di fondamento alla maggior parte degli scrittori di questa materia a riconoscere, che le velocità de' fiumi hanno per lo più qualche connessione, e dipendenza dalle altezze correnti delle loro sezioni, comecchè abbiano poi variato nello stabilirne le leggi. In fatti non è così facile lo spiegare un tal fenomeno, supponendo che le velocità dipendano dalla sola discesa dall' origine o reale, o equivalente.

succede nelle piene più grandi del recipiente; e ciò supposta la medesima quantità della piena dell' influente; quindi è, che *a stimare gli alzamenti che fa un fiume in un altro, è necessario considerare lo stato di quello che lo riceve:* similmente *se un fiume influente entrerà colla sua piena torbida in acqua bassa del recipiente, farà interrimenti nell' alveo di questo*, sì nel fondo, che nelle spiagge; ma tali interrimenti, siccome si fanno nel proprio alveo da ciascun fiume, per causa delle piene minori, e nelle maggiori si consumano, così al sopravvenire d' una piena più grande nel recipiente tutti gli interrimenti fatti dalla piena dell' influente, immediatamente si levano nell' atto di crescere ch' ella fa successivamente; onde non è buon argomento per determinare se un fiume interrisca l' alveo di un altro, quello che si fonda sopra l' osservazione degli effetti delle piene dell' influente. Per altro tali interrimenti non s' osservano quando il fiume influente entra in acqua alta del recipiente, se l' altezza sia viva, e non indebolita dal ristagno del mare, o altro.

(1) *Entrando un influente pieno in un recipiente basso*, e cagionandovi, come si è detto altezza considerabile, non solo si volterà verso il mare, ma *può darsi il caso che rigurgiti all' insù per l' alveo del recipiente, sin dove arriva l' orizzontale dell' altezza da lui fatta*, ciò però sarà vero, quando o il recipiente non avesse acqua di sorte alcuna, o pure così poca, che non potesse superare colla sua acqua, sopravvegnente nel tempo dell' alzamento, il rigurgito dell' influente; ed in questo caso, abbenchè nella parte inferiore succedano interrimenti, non però si faranno nella parte superiore; perchè l' acqua del recipiente ristagnata, obbligherà tutta la torbida a voltarsi all' ingiù; ma per altro, non potendo essa impedire il rigurgito, s' interrirà l' alveo anche nelle parti superiori, che però tornerà al suo essere primiero sopravvenendo la piena del recipiente. Quest' effetto s' osserva nel Pò di Primaro allo sbocco del Santerno, le piene del quale anticipando, di molte ore, quelle degli altri fiumi superiori (trattenuti di più, e ritardati dallo svagamento che hanno per le paludi) rigurgitano per l' alveo del Pò predetto per molte miglia, correndo all' insù quando trovino le acque basse, ed interrendo l' alveo del medesimo; ma venendo le piene in acqua alta, non si fa rigurgito di sorte alcuna, e facendosi picciolo l' alzamento del pelo del recipiente, nel sito

(1) Non si può dubitare, che l' influente non faccia qualche resistenza all' acqua superiore del recipiente, e che per conseguenza non si osservino anco in ciò le regole de' rigurgiti da noi accennate (nel miglior modo che ci è stato possibile) nelle annotazioni al capo 8.°, dovendosi riguardare il tratto superiore del recipiente come un influente, e l' alveo comune a due fiumi come il recipiente di esso. E però ci rimettiamo a quel poco che ivi si è detto.

dell' introduzione, (1) poco anche, o niuno è il ristagno, e l' elevazione dell' acqua del recipiente nelle parti superiori: che perciò sempre si rende minore, quanto più si scosta dallo sbocco, sino a farsi insensibile in poco spazio.

La medesima diminuzione d' altezza di pelo d' acqua, si fa nell' alveo del recipiente alla parte superiore dello sbocco; perchè andando la cadente del pelo dell' acqua bassa ad unirsi colla superficie del mare, ed il simile dovendo fare la cadente del pelo della piena, è necessario che la distanza di queste due linee concorrenti (le quali ogni ragion vuole, che siano congeneri, e simili) si faccia minore, quanto più si avvicinano al punto del concorso, cioè alla foce; e perciò (2) *l' altezza aggiunta dalla piena sopra il pelo del recipiente*, è

---

(1) Questo è appunto ciò che seguendo le dottrine dell' autore, abbiamo mostrato nell' annotazione ultima del capo ottavo, cioè che il pelo del fiume sostenuto dal rigurgito è meno inclinato, di quello che sarebbe senza il rigurgito; e tal verità fu posta in un' intera evidenza, rispetto al rigurgito che soffre il Pò da' suoi influenti nella visita di questo fiume, e specialmente in quella del 1719, e 1720 per le asserzioni concordi di un gran numero di abitanti lungo il medesimo.

Nè qui si vuol lasciare di notar di passaggio, che rispetto all' altro rigurgito che dal recipiente soffrono gl' influenti, il qual effetto è assai più sensibile del primo, la medesima diminuzione della pendenza del pelo sostenuto dal rigurgito nelle dette visite fu comprovata con immediate misure prese in più luoghi. Così nel fiume Tesino il pelo alto della piena del Pò del 1705. secondo i segni che ne furono indicati, si trovò aver rigurgitato presso la città di Pavia in altezza di piedi 10. 8. 6 sopra il pelo corrente del medesimo Tesino dei 30 novembre 1719, laddove alla casa Torti (luogo inferiore al detto sito, e non lontano dalla confluenza del Tesino col Pò) lo stesso rigurgito si alzò sopra il medesimo pelo dei 30 novembre piedi 11. 5. 6. Parimente nell' Ollio il rigurgito dell' escrescenze del Pò del 1719 al palazzo Gardani (che non è guari superiore allo sbocco in Pò) fu alto sopra il pelo dell' Ollio dei 29 dicembre piedi 16. 8. 8, laddove alla chiavica della Bocca posta in sito più alto, la detta altezza fu solamente piedi 13. 2. 9. Così pure nel Mincio l' alzamento della piena del Pò del 1719 sopra il pelo di quel fiume, nello stato in cui era fra i 13, e i 20 gennaio (nel qual tempo non si alterò sensibilmente) fu minore a Mantova, che alla Virgiliana piedi 1. 8. 6, minore alla Virgiliana, che a Governolo p. 1. 2. 2, e minore a Governolo, che allo sbocco p. 0. 6. 10. E nella Secchia l' altezza del rigurgito della stessa fiumana di Pò accaduta del 1719 sopra il pelo della Secchia degli 8, e 9 gennaio 1720, fu maggiore alla chiavica di Codevico, che a quella di Madama p. 1. 11. 5, e a questa più che all' altra detta della Pietra p. 1. 2. 0, cioè a dire sempre minore a misura, che le osservazioni se ne facevano in parti più lontane dagli sbocchi degl' influenti, entro i quali era seguito il rigurgito di quella piena.

(2) Questa diminuzione dee essere assai sensibile in quelle parti dell' alveo, nelle quali il fiume tuttavia si va accelerando, e perciò la superficie si va accostando al fondo (come presso le origini dei fiumi) e in quelle ancora nelle quali se ne accelera almeno la superficie, prendendo qualche considerabile inclinazione, come abbiamo detto, che di nuovo succede nell' accostarsi del fiume allo sbocco,

maggiore in faccia allo sbocco, e poi sempre si fa minore quanto più la piena s' accosta al mare; e conseguentemente non vi è necessario tanto di ripa, o d' argine per contenerla.

Le piene maggiori dell' istesso fiume, osservate nell' istesso sito, *sono sempre più veloci delle minori;* e se qualche volta si vede il contrario, ciò è segno, che la piena non è veramente maggiore, benchè tale apparisca, a causa de' ristagni inferiori; posciachè (1) *il segno della grandezza reale delle piene non è l' altezza sola dell' acqua*, ma piuttosto la velocità, e l' inclinazione maggiore del pelo della medesima; mentre è certo, che restando la superficie del mare sempre nello stato medesimo, allora potranno ben dedursi le piene maggiori

---

e specialmente in acqua bassa del recipiente. Per altro in que' tratti, ne' quali secondo la dottrina dell' autore, i fiumi camminano senza acelerarsi sensibilmente per la discesa, e per conseguenza portano la superficie come paralella al fondo (come si è detto nell' annotazione 12 del capo 4) la detta diminuzione dell' altezza aggiunta dall' influente sopra il recipiente nelle sue ipotesi appena dee esser sensibile; e in fatti nelle regole che egli dà appresso di dedurre la proporzione delle acque di due fiumi dalla sola larghezza, ed altezza corrente di ciascuno di essi, viene tacitamente a supporre che sia indifferente prender la misura di tal altezza in qualunque sezione (purchè dentro i limiti dei tratti predetti) e però riguarda la detta altezza come uniforme, e il pelo alto come paralello al fondo, e al pelo basso; nè da tale equidistanza pare che debba sensibilmente distogliersi per l' ingresso dell' acqua di un solo fiume, quando non se ne distoglie per tutto quell' accrescimento che vi è dalla massima bassezza fino al segno delle sue piene.

L' esperienza comprova questo discorso nel Reno; la cui altezza in tempo di piena di sotto allo sbocco dell' ultimo influente, che è la Sammoggia, per fino verso Vigarano, che è un tratto di 14 miglia si mantiene (quanto comportano le irregolarità delle larghezze in alcuni siti) assai costantemente di piedi undici sopra il fondo a cui è paralello il pelo basso. Parimente nel Pò dallo sbocco del Mincio, ultimo degl' influenti perenni, fino verso la Stellata il pelo delle piene non ha che assai poca convergenza verso il pelo basso, e può prendersi come equidistante ad esso, avvegnachè di sotto alla Stellata cominci poi a rendersi sensibile l' accostamento dell' uno all' altro per la chiamata degli sbocchi.

(1) Non v' ha dubbio, che l' accrescimento di velocità in un fiume, o piuttosto in una determinata sezione d' un fiume non indichi accrescimento d' acqua, e grandezza reale della piena, eccettuandone solamente quelle sezioni che sono tenute in collo dal rigurgito del recipiente, mentre se questo venisse a scemare d' altezza, dovrebbe nell' influente crescer la velocità almeno in superficie senza alcun aumento d' acqua.

Rispetto poi all' indicio dedotto dall' accrescimento dell' inclinazione del pelo, questo effetto non è gran fatto sensibile, come nell' antecedente annotazione si è veduto in que' tratti, ne' quali il fiume cammina in ogni stato colla medesima inclinazione, cioè paralello al fondo (benchè in rigore ivi ancora debba aver qualche poco di convergenza) e si debbono parimente eccettuare le parti vicine agli sbocchi, ove l' inclinazione può crescere per lo solo calare del recipiente.

dalla maggiore altezza, che però sarà sempre congiunta con maggiore velocità, ed altresì con maggiore inclinazione di superficie; ma *crescendo l' altezza dell' acqua per lo ristagno del mare, e non crescendo la piena, allora la velocità si ritarda*, e la superficie dell' acqua si rende meno declive. Non devono perciò annoverarsi tra le piene tutti gli alzamenti dell' acqua; mentre questi possono essere effetti anco degl' impedimenti inferiori.

Abbiamo detto di sopra *essere proprio de' fiumi maggiori, l' avere le piene di più lunga durata*, e ne abbiamo assegnata la causa che è il diverso tempo dell' introduzione de' fiumi influenti colle loro piene nell' alveo comune; e la medesima ci fa conoscere, che *i fiumi maggiori non passano dallo stato basso al maggior segno della piena con quella celerità che fanno i fiumi minori*, attesa la differenza maggiore del tempo, che intercede tra l' arrivo d' un fiume influente, e quello di un altro, il quale ne' minori, e ne' torrenti, è poco meno che contemporaneo; e perciò particolarmente gli ultimi arrivano colle piene così improvvisamente, che non danno tempo molte volte a' passaggieri, i quali s' incontrano a passarli a guado di porsi in salvo; ma v' è ben un' altra anche più potente ragione, cioè che *aumentandosi* successivamente *i fiumi con uguale quantità d' acqua somministrata in tempi eguali, non s' accrescono ugualmente in altezza*; ma maggiori sono sempre gli alzamenti sul principio, che sul fine, in maniera che un palmo di elevazione aggiunta ad un fiume già gonfio d' acqua, può essere effetto di una causa tre, o quattro volte maggiore di quella che può accrescere all' acqua bassa due, o tre palmi di altezza; quindi è che le piene sul principio si vedono crescere più sollecitamente; e perciò un fiume che s' alzi nelle piene, sette o otto piedi, arriverà al suo colmo in poche ore; ed un altro, le cui escrescenze s' elevino a quindici, o sedici piedi, stenterà ad arrivarvi in molte giornate.

Colla medesima proporzione dell' accrescimento, succede il decrescimento de' fiumi; posciachè quelli che crescono poco, e sollecitamente nelle piene, anche presto si sgonfiano; ma gli altri che spendono molto tempo per arrivare al sommo della piena, durano più a mantenersi in tale stato; perchè siccome l' accrescimento di molt' acqua in un fiume pieno, non fa che una picciola elevazione, così la detrazione di altrettanta, non fa che un simile abbassamento.

Sono più frequenti le piene maggiori in un fiume minore, che in un maggiore; e la ragione si è, ch' è più facile l' incontro di poche cause in operare, ciascheduna nel suo sommo vigore, di quello sia l' unione di molte; onde dipendendo le piene massime de' fiumi grandi dal concorso di più fiumi influenti, è difficile che s' incontrino tutti a portare successivamente, ed in tempo proporzionato le loro piene nell' alveo del recipiente; siccome è difficile che le piogge s' incontrino

a cadere, e le nevi a disfarsi in un tempo medesimo, in tutti i luoghi d' un paese vastissimo, e molte volte di clima differente, come è quello che occupa il corso d' un fiume reale: all' incontro in un fiume picciolo, che comincia, e finisce in una provincia, è facile l' unire due, o tre fiumi influenti a crescere nell' istesso tempo; e perciò a cagionare una piena anche massima nel recipiente.

Hanno i fiumi certi tempi determinati, ne' quali per lo più succedono le maggiori escrescenze di tutto l' anno; poichè altri si gonfiano la primavera, e l' autunno, altri restando bassi tutto il resto dell' anno, s' accrescono solo l' estate; e ciò dipende dalle cause delle piene maggiori, operanti più in un tempo, che in un altro; posciachè *quelli, che s' ingrossano per lo disfacimento delle nevi, hanno le loro piene a quel tempo che regnano gli sirocchi, o altri venti caldi,* che in questo nostro clima succede qualche volta l' inverno, ma per lo più ne' mesi di marzo, e di aprile; ma ne' luoghi più alti non bastando lo sirocco, e richiedendosi accoppiato il fomento de' raggi solari, si prolunga la liquefazione delle nevi, a' mesi di maggio, e di giugno. *I fiumi* poi *che si gonfiano per le piogge, hanno le loro massime piene l' autunno;* perchè a quel tempo cominciano le piogge più frequenti, e durevoli. *I torrenti di poco corso si vedono più gonfi l' estate, e nella primavera;* quando cioè, per cagione de' temporali cadono le piogge più impetuose, ed abbondanti, abbenchè di minore durata; e non sarà difficile a chi si sia, considerando la cagione delle piene, ed il tempo nel quale dette cause si rendono più efficaci il dedurre anche in qual tempo succedano le massime piene d' un fiume.

Molti fiumi però *hanno dell' escrescenze sregolate, delle quali non si vede alcuna manifesta cagione;* ponno però procedere da cause meno cognite, siasi o perchè rendasi difficile l' indagarle, o pure perchè la lontananza del luogo dov' esse operano, induca un' ignoranza, che gli uomini non curano di levarsi, col disagio de' viaggi; tali sono le innondazioni del Nilo, del Tevere, e d' altri fiumi, delle cause delle quali vanno anche in traccia i filosofi, e gli architetti delle acque, senza averle potute sinora accertare. Generalmente perciò pare che non possa crescere l' altezza dell' acqua in un fiume, se o non s' accresce il di lei corpo, o non si scema la velocità; onde per dire qualche cosa nel particolare di dette innondazioni, sarà bene discorrere sopra l' uno, e l' altro di questi capi.

L' accrescimento del corpo d' acqua si fà, o perchè le fontane ne somministrino in maggiore abbondanza; o perchè le piogge discendano più furiose; o perchè le nevi siano più copiose; o perchè le medesime si disfacciano con maggiore celerità. Queste ultime cause si rendono patenti per osservazione immediata; poichè ognuno può bene giudicare della quantità della pioggia, dell' altezza delle nevi, e della prestezza

del loro scioglimento; può anche conoscere l' abbondanza delle sorgenti, quando queste sono manifeste, come quelle che danno l'origine a' fiumi; ma perche ve ne ponno essere anche di quelle che siano ignote, *può darsi il caso, che senza disfacimento di nevi, senza pioggia, senza aumento d' acqua alle sorgenti del fiume, il di lui corpo s' accresca*. Ognuno che sia versato nella osservazione de' fiumi, o pratico delle storie di essi, sa trovarsi alcuna volta negli alvei de' medesimi delle voragini, alcuna delle quali assorbisce l' acqua di essi, e fa scemarla, ed alcun' altra ne somministra loro della nuova, e fa accrescerla: di queste voragini se ne trovano anche nel mare, ed è famosa quella di Norvegia, che sei ore riceve l' acqua, e sei altre la rigetta; così la cariddi di Sicilia ec. e tra quelle de' fiumi si annoverano quelle del Danubio, alcune delle quali ingoiano, ed altre vomitano l' acqua; e se non altro si trovano nella superficie della terra delle aperture, che ricevono tutta l' acqua di fiumi grandi, ed altre dalle quali scaturiscono fiumi interi; perciò può darsi il caso, che nell' alveo di qualche fiume, sempre coperto dall' acqua, o nel fondo di qualche lago vi sia alcuna di queste voragini, la quale per la maggior parte del tempo, assorbendo le acque (e perciò mantenendole sempre basse) cessi per qualche giorno dal suo solito ufficio, e cagioni piene non prevedute: o piuttosto che dalla medesima scaturisca un' abbondanza di acqua così grande, ed insolita, che aumentando quelle del fiume, le obblighi a gonfiarsi straordinariamente.

Io non ardisco di asserire, che la causa delle innondazioni del Tevere sia di questa natura; ma quando sussista ciò che vien riferito da qualche autore, cioè essere accadute innondazioni spaventose a ciel sereno in calma di mare, senza venti, e senza nevi alle montagne; crederei giusto il motivo di dubitare, che le sorgenti, o coperte, o scoperte ne fossero stata la causa, e che tornasse a conto l' accertarsi, se nell' alveo, o del Tevere, o de' tributarj di esso, vi sia alcuna voragine di tal natura. Egli è certo, che nell' alveo de' fiumi che sono assai profondi, si manifestano sorgive; e di fatto in tempo d' acque basse, si vedono grondare dalle ripe de' fiumi debolissime scaturigini d' acqua; ma di queste, in caso simile non se ne tien conto veruno; siccome non si fa caso del consumo dell' acqua che succede, come si è detto ne' temporanei, quando venendo le piene, e trovando l' alveo asciutto, una parte dell' acqua resta imbevuta dalla siccità della terra, che l' attrae anco molto da lontano, e perciò alle prime piene dell' autunno si vedono ravvivare le vene de' pozzi, e le sorgive delle campagne; sono però queste apparenze nient' altro, che un picciolo modello di ciò che operano gli assorbimenti più grandi, e le sorgenti più gagliarde esistenti ne' letti de' fiumi. Si potrebbero addurre molte cagioni, per le quali le predette voragini ponno non

operar sempre nella stessa maniera, o assorbendo, o rigettando l'acqua; ma perchè questo non è il principale oggetto di questo trattato, tralasciando di far ciò, passeremo a considerare l' accrescimento dell' altezza dell' acqua per la diminuzione della velocità.

Le cause che ritardano la velocità de' fiumi, sono l' elevazione del pelo del recipiente; la direzione del moto di esso, opposta a quella del filone dell' influente, il vento contrario; il ristringimento dell' alveo; e tutti gl' impedimenti inferiori. Dell' ellevazione del pelo del recipiente, e della direzione opposta allo sbocco, abbiamo parlato abbastanza trattando delle foci; e perciò tralascieremo di discorrerne qui. Rispetto alla forza del vento, questa dee considerarsi in due stati; perchè, o ella s' esercita per una linea paralella all' orizzonte; *ed allora poco toglie di velocità all' acque del fiume*, potendo al più ritardare quella sola ch' è nella superficie; e perciò non mai si vede, che il vento cagioni elevazione sensibile nell' acque correnti, ma solo un certo increspamento che fa credere a' poco pratici, che il fiume corra all' insù, attribuendo essi a tutta l' acqua quel moto che vedono nell' alzamento successivo dell' onde: ovvero la direzione del vento è inclinata al piano orizzontale, e *non v' ha dubbio, che secondo la diversa inclinazione, e la forza ch' ha in essa, non possa produrre effetto più manifesto*, facendo l' onda del fiume più elevata; ed in ciò forse consiste tutto l' alzamento che può fare la direzione, e la forza del vento; ma perchè *il vento più inclinato all' orizzonte*, meno si oppone alla corrente; perciò anco *meno opera in ritardarla, almeno nelle parti inferiori*, le quali si sa per prova anche ne' mari più burrascosi, non risentire il moto delle tempeste; anzi vi è, chi crede portarsi la parte inferiore dell' onde, con moto contrario a quello del vento. Quindi è, che *per cause delle grandi innondazioni de' fiumi, non ponno accusarsi i venti*, se non quanto fanno elevare la superficie del mare, dentro il quale devono avere i fiumi l' ingresso. Finalmente il ristringimento dell' alveo, e gli altri impedimenti inferiori, o sono perpetui; ed in tal caso operano anche fuori del tempo delle piene; o pure sono accidentali, e temporanei; e rade volte s' incontrerà, che siano di tal forza che possano fare elevare notabilmente l' acque del fiume, ed in ogni caso è da considerarsi la loro qualità, per potere adeguatamente discorrerne.

Abbiamo di sopra addotto per regola, che le piene de' fiumi escavino il loro letto, quando si trova interrito dalle piene minori, o da altra cagione; tale proposizione però si dee intendere in termini abili; perchè *si danno de' casi*, tutto che accidentali, *ne' quali le piene maggiori fanno delle deposizioni nel loro letto*, che non sono fatte da altre minori. Per esempio, una piena mezzana d' un fiume che sgorghi nel mare in tempo della di lui somma bassezza, potrà, o

profondarsi il letto, o pure mantenerselo espurgato, il che non farà una piena maggiore che trovi il mare burrascoso; mentre ritardato il moto alle di lei acque, si deporrà nel fondo la materia più pesante; la quale cessando il ristagno, e continuando la piena, o sopravvenendone un'altra, di nuovo si solleverà, e sarà portata al suo termine. La diversità parimente delle direzioni che hanno le acque di un fiume, durante una piena maggiore (che nel diminuirsi di essa, riducendosi l'acqua ad un solo filone, si toglie) è cagione che nelle piene più grandi, contrastando una direzione coll'altra, e per conseguenza rallentandosi il moto, si deponga qualche materia arenosa; ma cessando il contrasto predetto delle direzioni, e perciò obbedendo l'acqua ad una sola di esse, riacquista il moto, che prima avea perduto, e la materia deposta, di nuovo viene incorporata all'acqua, e portata altrove.

Lo stesso accade al cessare repentino dell'abbondanza dell'acqua che forma la piena, perchè essendo dalla violenza precedente rapita qualche materia pesante, e portata a seconda del fiume, mancando d'improvviso la forza che la sosteneva, cade in un tratto al fondo, e cagiona dossi, l'elevazione de' quali sopra il piano del fiume porta seco un'inclinazione di superficie, molte volte maggiore di quella, che può sostenere la corrente dell'acqua bassa senza corrosione; e perciò non rare volte s'osserva essere corroso il fondo del fiume, o piuttosto riportate via dall'acqua bassa dopo la piena le deposizioni fatte nel tempo di essa. I ribalzi fatti in tempo di piene dal fondo alla superficie, e che cessano sminuendosi la velocità dell'acqua, (siansi essi prodotti, o da impedimenti sollevati sopra il piano del fiume, o da' gorghi che rivomitino l'acqua per una direzione inclinata all'orizzonte) fanno gli effetti stessi, che il contrasto delle direzioni moltiplicate; e perciò anche in questo caso ponno succedere delle deposizioni, le quali nel cessare della piena, di nuovo si tolgano. Da queste osservazioni sono stati persuasi alcuni, che i fiumi torbidi interriscano tanto più, quanto sono maggiori, e che i fiumi chiari sempre scavino; ma da ciò che abbiamo detto circa lo stabilimento degli alvei, chiaramente apparisce, che questi sono effetti di cause accidentali, e che le deposizioni, e l'escavazioni nascono da altro principio, che dalla torbidezza, non bastando la presenza della causa materiale, ma ricercandosi di più l'efficiente per produrre un effetto.

Tra gli effetti delle piene si contano le corrosioni delle ripe, e degli argini, e le rotte de' medesimi. Della generazione delle prime abbiamo detto, quanto occorreva *nel cap.* 6. solo si dee avvertire, che le corrosioni non sono un effetto derivante da' soli moti, e direzioni del fiume; ma molte volte vi concorre la gravità della terra, la quale privata del suo fondamento nelle parti più basse della ripa,

supera col suo peso l'aderenza delle proprie parti, e staccandosi dal restante, cade nel gorgo sottoposto, nel qual luogo macerata dal continuo corso del fiume, si scioglie in picciole particelle, ed incorporata all'acqua, viene portata altrove; quindi è, che nel maggior vigor delle piene scalzandosi il piede delle sponde, si toglie il sostegno inferiore alla terra; ma essendovene uno laterale, cioè l'altezza dell'acqua che fa spinta contro *la ripa*, e tiene in qualche modo unite le parti della terra, questa *durante la piena si sostiene, ma nel calare della medesima si vede dirupare, e manifestarsi la corrosione;* e quindi è, che le ripe che stanno a perpendicolo sul pelo dell'acqua, sono più facili a corrodersi; e perciò *utile è il consiglio di quelli che scaricano le ripe de' froldi*, cioè che le dispongono ad un piano inclinato all'orizzonte; sì perchè questa situazione più resiste all'impeto del fiume; sì perchè le corrosioni inferiori non cagionano così grande staccamento di terra nelle parti superiori della sponda; sì finalmente, perchè la terra levata dalla ripa può servire, occorrendo per rinforzo dell'argine alla parte esteriore.

Le corrosioni grandi se non s'ha tempo, e forza d'impedirle, o di provvedervi *in un fiume incassato, altro non fanno che renderlo sempre più tortuoso*, mutargli la via del filone, e per conseguenza trasportare più alto, o più basso il vertice della corrosione; ma *ne' fiumi che addimandano argini, sono causa delle rotte de' medesimi*, e delle innondazioni ad esse susseguenti. Non ostante però che *la corrosione* anteceda qualunque rotta, *non è* quella *sempre la principal causa di questa;* posciachè il sormontare che fa l'acqua il piano superiore degli argini; il trapellare per li pori della terra che li compone; l'impeto laterale contro argini deboli che ponno esser tali, o per la qualità della terra, o per la loro strettezza; e mille altre cagioni ponno concorrere a rovinarli. Pertanto nelle rotte si osservano comunemente varj effetti, i quali, o sono comuni a tutte le rotte, o ricevono qualche particolarità, secondo la diversità delle cause dalle quali procedono. Gli effetti adunque sono:

Primo. *Lo scemarsi repentino della piena nelle parti superiori del fiume* più, o meno, a misura della maggiore, o minore felicità dello scarico che ha il fiume per essa. (1) Questo effetto nasce da ciò che

(1) La resistenza che l'autore dice in questo luogo farsi dalle sponde del fiume al corso dell'acqua, non tanto è quella che dipende dal soffregamento di essa colle sponde, quanto quella che nasce dalla limitazione, che le sponde fanno alla larghezza, essendo certo, che se le sponde non vi fossero, l'acqua non si sosterrebbe a quell'altezza a cui si sostiene; onde la detta resistenza in altro non consiste, che in una modificazione che riceve l'acqua dalle ripe in ordine alla sua altezza, e direzione, e probabilmente anco in ordine alla velocità, come nelle annot. 7, e 11 del capo 4 si è detto; onde la rotta equivale ad un allargamento,

si è detto di sopra, cioè che le sponde del fiume fanno considerabile resistenza al corso dell' acqua, e che questa inferiormente ritardata dà occasione alla maggior elevazione, non solo del proprio corpo, ma anche di quello dell' acqua superiore; levata perciò la resistenza della ripa, a causa della rottura dell' argine, e della libera espansione per le campagne, necessariamente l' acqua si rende più veloce (al che concorre anche alle volte la caduta precipitosa che si trova al di sotto della rotta medesima) e perciò abbassandosi di pelo, permette che la superficie del fiume nella parte superiore, anch' essa si disponga ad un simile abbassamento. Effetto simile è stato dimostrato dal signor Lorenzo Bellini insigne medico, e matematico fiorentino, e famosissimo per le sue opere ricevute dal mondo con tanto applauso, dovere succedere nella cavata del sangue dalle vene, e dall' arterie degli animali, avendo una grande analogia il corso del sangue per li proprj vasi, a quello dell' acque per gli alvei de' fiumi, ed equivalendo l' apertura della vena alla rottura di un argine; siccome con questo simbolizzano le tuniche de' vasi predetti; il che ho voluto in questo luogo motivare, acciò appaia non essere così disparate, le dottrine idrostatiche dalle mediche, anco pratiche, com' altri per avventura si crede; anzi essere affatto necessarie le prime, a chi vuol ben intendere in molte parti le seconde, come spero di far vedere a suo tempo, applicando molte notizie desunte da questo trattato alla fisiologia medica, ed alla dottrina de' mali particolari.

Il secondo effetto delle rotte de' fiumi è, che *nelle parti inferiori alla rotta, il corso dell' acqua si rende più tardo;* e ciò nasce dallo scemarsi che fa l' acqua in quel luogo, divertita al di sopra, per l' apertura della rotta medesima.

Terzo. Perciò *al di sotto delle rotte, i fiumi torbidi fanno qualche deposizione, o dosso*, effetto del moto reso più languido.

Quarto. E per lo contrario, *al di sopra succede maggiore escavazione nel fondo, e maggior corrosione nelle ripe*, procedente dalla velocità maggiore del corso; il che tutto maggiormente s' osserva nelle rotte, che si chiamano *in cavamento*, cioè in quelle nelle quali la sponda è corrosa, e portata via sino sul fondo del fiume; e più particolarmente, se il fiume avrà maggiore felicità di esito per la rotta, che per lo sbocco naturale.

---

o se si vuole ad una diramazione del fiume. E siccome un fiume nell' accostarsi ad un ramo nuovamente apertogli maggiormente si inclinerebbe colla superficie, così dovrà fare nell' accostarsi all' apertura della rotta. Tale inclinazione maggiore va congiunta con accrescimento di velocità, perchè la discesa si fa più rapida.

Quinto. *Non solo nelle parti inferiori si rallenterà il corso dell' acqua; ma anche potrà rivoltarsi all' insù*, particolarmente se di sotto alla rotta entrerà in vicinanza qualche fiume influente, l'acque del quale, può darsi il caso, che o tutte si portino a scaricarsi per la rotta; o pure si dividano, scorrendo parte verso la rotta, parte verso la foce.

Sesto. *In caso che le acque del fiume influente inferiore scorrano tutte per la rotta, si muterà la cadente dell' alveo inferiore inclinandosi al roverscio*, cioè verso la rotta, non con la declività propria del fiume recipiente; ma bensì con quella che compete all' influente; (1) ciò però non può succedere perfettamente che col progresso del tempo, qualora tal cadente debba farsi per deposizione; ma se essa dovrà farsi per escavazione (come quando la rotta succede nella sponda d' un fiume, che abbia il fondo notabilmente elevato sopra il piano delle campagne) allora poco tempo si richiede a formare quasi del tutto tale cadente, ed in questa circostanza, può darsi il caso, che poco dopo seguita la rotta, l' acqua del fiume influente si rivolti tutta a correre per essa, ed abbandoni il letto inferiore; non già così quando la cadente si dee fare per interrimento, poichè sul principio l' acqua dee scorrere bipartita, abbenchè dopo alzandosi colle deposizioni l' alveo inferiore al fiume influente, a poco a poco sia per escludere il corso dell' acqua per esso, o in tutto, o in parte, secondo la diversità delle circostanze.

Settimo. *Sintantochè dura la libera dilatazione dell' acqua uscita*

---

(1) Del caso che l' autore considera in questo luogo, abbiamo un celebre esempio nella rotta del Pò (o naturale, o artificiale che fosse) seguita nel duodecimo secolo sulla sinistra fra la Stellata, e Ficheruolo, mercè la quale venne a formarsi da lì in giù il Pò presente, detto il Pò grande, restando a poco a poco abbandonato l' antico alveo, chiamato ora il Pò di Ferrara, per cui ne' tempi addietro sempre avea corso quel fiume. Sboccava in quest' alveo inferiormente al luogo della rotta, e in poca distanza da essa il Panaro, onde le acque di questo (congiunte allora colle acque del bolognese) cominciarono a rivolgere il loro corso verso la rotta; ma perchè il fondo di questa non era più basso delle campagne, attraverso le quali avea preso il corso (essendo al contrario in quelle parti il fondo del Pò tutto sepolto fra terra) conveniva che il Panaro si andasse formando la sua cadente verso la rotta per replezione, e perciò passarono alcuni secoli prima di stabilirla, correndo frattanto le acqne del Panaro bipartite, parte verso la rotta, e parte per l' antico Pò, mantenuto ancor vivo dalle acque di quel gran fiume, che almeno nelle escrescenze tuttavia seguivano ad entrarvi. Finalmente tolto l' ingresso anche a queste coll' intestatura con cui il vecchio Pò fu attraversato al Bondeno, il Panaro fece suo proprio alveo, l' alveo abbandonato dal suo sbocco, fino al luogo della rotta, cioè fino all' origine presente del Pò grande, e ne rovesciò la pendenza, disponendola come tuttavia si osserva, e il rimanente del Pò di Ferrara dall' intestatura in giù rimase senz' acqua.

dalla rotta, saranno manifesti, e dureranno sino a stabilirsi gli effetti predetti, e la rotta medesima si dilaterà a misura del corpo d'acqua, e della velocità del di lei corso; ma quando, o comincierà a riempirsi la vastità del sito, nel quale ebbe prima lo sfogo, o pure quando le alluvioni comincieranno a formare le sponde all'acqua corrente della rotta, comincieranno gli effetti medesimi a mancare; e perciò il pelo delle piene comincierà ad elevarsi; il fondo scavato ad interrirsi di nuovo; il corso dell'acqua accelerato a ritardarsi; il ritardato ad accelerarsi ec. Quindi nasce l'errore di molti, i quali si danno a credere, che gli effetti immediatamente susseguenti alle rotte, siano per continuar sempre, se si lasci che i fiumi corrano liberamente per esse; e di questa natura è quello che saviamente corresse il p. Castelli *al corol.* 13 *della sua misura delle acque*. Per altro egli è evidente, che gli effetti delle rotte devono cessare, chiuse che elle siano; perchè cessata la causa, cioè l'apertura dell'argine, è di necessità che manchino ancora i di lei prodotti.

Ottavo. *Quando l'acqua delle piene sormonta gli argini*, e cadendo dall'altezza di essi per lo pendio loro esteriore, li corrode, e facilmente li rompe, *si forma un gorgo a' piedi dell'argine aperto*, che impedisce il prendere la rotta, cioè il rifar l'argine nel sito primiero, il che succede anco sempre ne' fiumi che hanno il letto superiore al piano delle campagne.

Nono. Ma *quando l'argine si rompe alla prima nel mezzo*, il che succede specialmente, quando, o l'argine è troppo debole, o la corrosione si avanza gagliardamente ad indebolirlo, o pure quando l'acqua insinuandosi per li di lui pori, comincia a dilatarli, ed a farsi strada per essi, *allora il gorgo si forma più lontano dall'argine nella campagna*.

Decimo. *E se potesse darsi il caso che l'argine fosse rotto senza alcuna caduta d'acqua*, come qualche volta succede nelle rotte degli argini di poca altezza, e di molto superiori colla sua base al fondo del fiume; in tal caso *non si genererebbe gorgo veruno*, spandendosi l'acqua quietamente per le campagne.

Undecimo. *Quando si osserva una rotta avere generati più gorghi in diversa distanza dall'argine, allora*, prescindendo dalle altre cause che ponno produrli, *è necessario che l'argine sia stato rotto in diversi tempi*, cioè prima più alto, e poi più basso, o al contrario; *o pure che l'acqua ribalzata dal primo gorgo, ne abbia formato un altro*, il quale in tal caso sarà molto minore del più vicino all'argine.

Duodecimo. *L'acqua ch' esce dalle rotte, sul principio corre bensì velocissima*, effetto, e della caduta abbondante che trova in essa, e della dilatazione immediata; *ma dopo breve tratto rallentandosi il moto*, e perduta la direzione, *si allarga per le campagne*, portandosi a

riempire i luoghi bassi che trova; e rigurgita anche all'insù, sino a formare il livello alla propria altezza, la quale si rende sempre maggiore, sintantochè trovando l'acqua esito proporzionato a qualche parte, si pareggi l'entrata con l'uscita, ed allora non si fa più altro alzamento. Quindi è, che la direzione ricevuta nell'uscire della rotta, spinge bensì l'acqua per qualche tratto a traverso della campagna, facendola anche sormontare siti alti, quali non toccherebbe voltata che fosse la rotta anche in quel sito ad altra parte; ma tal effetto non succede che in poca distanza, mentre per altro l'acqua si porta a correre verso quella parte, dove maggiore è la caduta della campagna, maggiore l'apertura; e per conseguenza più facile l'esito, concorrendo anche a ciò la continuazione de' fossi, e degli alvei degli scoli delle campagne.

Per quello che appartiene alla proporzione, con cui s'aumentano l'acque de' fiumi nelle piene, è dimostrato dal Castelli *alla prop. IV.* del primo libro della misura delle acque correnti, che *se un fiume entrerà in un altro fiume; l'altezza del primo nel proprio alveo, all'altezza che avrà nell'alveo del secondo, avrà la proporzione composta delle proporzioni della larghezza dell'alveo del secondo alla larghezza dell'alveo del primo, e della velocità acquistata nell'alveo del secondo, a quella che avea nel proprio, e primo alveo;* ed alla *prop. V. Se un fiume scaricherà una quantità d'acqua in un tempo, e poi li sopravverrà una piena, la quantità dell'acqua che si scaricherà in altrettanto tempo della piena, a quella che si scaricava prima, mentre il fiume era basso, avrà la proporzione composta della velocità della piena, alla velocità della prima acqua, e dell'altezza della piena all'altezza della prima acqua;* e finalmente alla *prop. VI. Se due piene eguali del medesimo torrente, entreranno in un fiume in diversi tempi, le altezze fatte dal torrente nel fiume, avranno fra loro la proporzione reciproca delle velocità acquistate nel fiume.*

Tutte queste proposizioni sono vere in teorica; ma egli è ben molto difficile in pratica di rinvenire la proporzione della velocità d'un fiume nel proprio alveo, a quella che acquista nell'alveo di quello, al quale s'unisce; la quale proporzione, nell'uso della quarta, e sesta proposizione, indispensabilmente si richiede, per determinare l'altezza colla quale corre il fiume influente per l'alveo del recipiente. In oltre, nella pratica della quinta proposizione, che pure è verissima, si ricerca la proporzione colla quale crescono le velocità al crescere delle altezze; ed effetto di determinare quella, che hanno insieme le velocità del fiume alto, e basso; e questa non cammina della stessa maniera ne' canali orizzontali, e negl'inclinati, ne' quali ha luogo l'accelerazione del moto per cagione della discesa, essendo per altro difficile, anzi impossibile il rinvenire detta proporzione col mezzo

dell' esperienza, o di galleggianti trasportati dalla corrente, o di liquori colorati, framischiati all' acqua; poichè egli è fuori d' ogni dubbio, che le parti dell' acqua d' un fiume corrono con velocità differenti; o si desuma la diversità dalla larghezza, o dall' altezza della sezione.

Per avvicinarsi dunque più al vero, (1) io stimo, si debba ricorrere alla misura dell' acqua, che porta in un dato tempo la piena

---

(1) Benchè l' autore abbia preso a trattare in generale di quell' aumento de' fiumi, che chiamasi *piena*, ristrigne tuttavia in questo luogo il suo discorso a quel solo aumento, che ciascuno degli influenti da se può cagionare nel recipiente, la somma de' quali aumenti costituisce la piena di quest' ultimo; e per trovare tale accrescimento stima doversi ricorrere alla misura delle acque, che porta in un dato tempo, tanto l' influente, quanto il recipiente, indagando in primo luogo tali misure colle osservazioni, e poscia *adattando*, come egli si esprime, la velocità di tutto il corpo alle condizioni del recipiente. Intorno alle quali cose ci occorre di fare qualche considerazione.

E prima per quello che riguarda le misure dell' acqua de' fiumi, il suo intendimento non è già che se ne cerchi la misura assoluta, cioè a dire la quantità d' acqua che portano in misure a noi note v. g. di piedi cubi ec. (perchè tal ricerca quando non fosse piena di incertezze, per le ragioni da noi addotte nell' annotazione 19, e nelle alt e antecedenti del capo 4.° sarebbe sempre di gran difficultà a mettersi in pratica) ma solo la misura rispettiva, cioè la proporzione dell' acqua dell' uno, a quella dell' altro fiume. Tal proporzione insegna l' autore, come fra poco vedremo nell' annotazione 11, d' indagarla in quelle sezioni de' fiumi, che riconoscono la loro velocità dall' altezza corrente, servendosi egli allora delle sole misure delle altezze, e delle larghezze per dedurre la proporzione delle acque; ma quando vi fosse necessità di indagare tal proporzione in que' tratti, ne' quali i fiumi si andassero accelerando, onde le velocità dipendessero, o in tutto, o nella massima parte dalla discesa, non ce ne dà alcun metodo, ne io saprei proporne alcuno per avere almeno prossimamente la proporzione, fuorchè il cercar prima con qualche esperimento così nell' influente, come nel recipiente la proporzione delle velocità della superficie, a quella del fondo, o piuttosto in qualche discreta altezza sopra il fondo, il che si può tentare col mezzo de' pendoli immersi ne' fiumi, de' quali si è parlato nell' annotazione 12 del capo 7.°, scegliendo nell' uno, e nell' altro fiume le sezioni più anguste, e i tratti d' alveo più retti che fosse possibile, e schifando quelli, ne' quali cadesse sospetto di rigurgito. Trovata la proporzione delle velocità predette se ne dedurrebbe quella delle acque nella seguente maniera.

Sia AB (*fig.* 84.) l' altezza dell' influente, FE quella del recipiente, e stia la perpendicolare BC, alla perpendicolare FG, come la velocità della superficie del primo, alla velocità della superficie del secondo, e parimente BC stia ad AD, come quella della superficie nel primo, a quella del fondo nel medesimo, e così pure stiano FG, EH, come le velocità della superficie, e del fondo nell' altro fiume. Facciasi come la differenza de' quadrati BC, AD al quadrato AD, così AB ad AV, e supponendo come ora vogliamo supporre, che le velocità terminino sensibilmente ad un segmento parabolico, che passi per C, e per D (non potendosi per le cose dette all' annotazione 10 del capo 7 andar con ciò molto lungi dal vero) sarà V il vertice della parabola della velocità, cioè l' origine reale, o

d'un fiume influente, insieme con quella del recipiente; e figurandosi che debbano correre unite, adattare la velocità di tutto il corpo alle condizioni dell'alveo del recipiente, per quindi rinvenire l'altezza che in esso può fare l'influente. Poichè egli è certo, che u..

---

equivalente del fiume influente. Colla medesima costruzione si determinerà il vertice T della parabola TEH, la quale dovrebbe anco in pratica trovarsi la medesima, cioè del medesimo lato retto coll'altra VAD, o non molto diversa, potendo nascere tal diversità dalla diversa forza, applicazione, e distribuzione degli impedimenti dell'uno, e dell'altro fiume. Ma comunque ciò si trovi coll'esperienza, prendendo due terzi del rettangolo compreso dalle rette VB, BC, si avrà lo spazio parabolico VCB, e detraendolo da due terzi del rettangolo delle linee VA, AD, che è lo spazio parabolico VAD, si avrà il segmento BCDA, che moltiplicato per la larghezza dell'influente rappresenterà la quantità dell'acqua di esso. Colla medesima costruzione si avrà lo spazio parabolico FGHE, che moltiplicato per la larghezza del recipiente, darà la quantità dell'acqua che egli porta, onde sarà nota la proporzione della loro portata, nello stato in cui si saranno fatte le osservazioni.

Supposta dunque nota in qualsivoglia modo la proporzione delle acque de' due fiumi, che si debbono unire insieme per passare a dedurre l'alzamento, che seguirà nel recipiente per la loro unione, vuole l'autore che si *adatti la velocità di tutto il corpo, cioè della somma delle acque alle condizioni del recipiente*, con che, se non erro, vuole che s'intenda doversi aver riguardo (oltre la larghezza del recipiente, per cui la somma delle acque dovrà passare) anco a quella velocità che il recipiente ha già nel suo alveo, o piuttosto a quella che potrà acquistare dopo l'aggiunta delle acque dell'altro, il che tuttavia non insegna come si possa ridurre a calcolo, se non nel caso in cui la condizione del recipiente fosse tale (come nelle sue ipotesi è per lo più quella de' fiumi lungi dalle loro origini) che egli riconoscesse la sua velocità (almeno per la massima parte) dall'altezza corrente delle sue sezioni, onde la velocità crescesse al crescer l'altezza, e nella ragione dimezzata di essa, del qual caso parleremo nelle annotazioni seguenti.

In fatti fuori del caso predetto non è possibile determinare l'alzamento d'un recipiente per l'aggiunta d'una quantità d'acqua, che abbia una proporzione data a quella di esso recipiente, se non si fa inoltre qualche altra ipotesi, cioè o che le velocità del recipiente debbano in ciascuna parte dell'acqua rimanere le medesime dopo l'unione, o che debbano crescere, o scemare con qualche regola nota, e che parimente l'acqua dell'influente introdottavi debba serbare in ciò qualche legge. Se si volesse a cagion d'esempio, che dopo l'unione, senza cangiarsi punto le velocità terminanti al segmento parabolico FEHG, l'acqua dell'influente aggiunta sopra di esso concepisse anch'essa dei gradi di velocità terminanti alla medesima scala continuata al di sopra, alzandosi come sino al punto I, per modo che l'ordinata IO chiudesse lo spazio IOGF, eguale all'acqua aggiunta, cioè allo spazio BCDA, allora per aver l'alzamento FI si dovrebbe dalla parabola nota IFG sottrarre lo spazio dato IOGF, per ricavar il residuo TIO, e cercarne poscia l'altezza TI, che sottratta dalla data TF, mostrerebbe l'alzamento cercato FI. Ma una tal ipotesi è totalmente arbitraria, ne pare punto verisimile, anzi contraria all'esperienza, mentre ne seguirebbe, che aggiugnendo la medesima quantità d'acqua d'un influente ad uno stesso recipiente, che si trovasse

torrente, che corra per un alveo di gran pendio, e perciò con gran velocità di discesa, farà una picciola sezione nel proprio letto, ma portando quantità grande di acqua in un fiume, che corra con poca caduta, potrà fare in esso alzamento di acqua considerabile; ed all'incontro un fiume influente di poca velocità nel suo alveo, abbenchè

---

ora ad altezza minore ER sopra il suo fondo, ed ora ad altezza maggiore EF, l'accrescimento d'altezza RS nel primo caso sarebbe minore dell'accrescimento FI nel secondo, essendo manifesto, che maggior altezza vi bisogna sopra di F, che sopra di R per fare il trapezio parabolico IOGF, eguale al trapezio RSPQ, il che è contrario alle osservazioni comuni de' fiumi, come si è detto nell'annotazione prima di questo capo.

Parimente se si supponesse (come figura il p. abate Grandi nel suo primo esempio della proposizione 37 del lib. 2) che la velocità della superficie delle acque unite nel recipiente, dovesse mantenersi la medesima, che quella della superficie del recipiente avanti l'unione, e parimente tutte le velocità delle altre parti rimaner le medesime, che erano ad eguale profondità sotto la superficie di prima (il che è lo stesso che il supporre, che dopo l'unione l'origine del fiume si sia rialzata d'altrettanto, quanto l'influente ha fatto alzare la superficie del recipiente, serbandosi l'istesso parametro, e l'istessa distanza TF del vertice della parabola dalla superficie FG) allora figurando che le acque unite debbano correre sotto la profondità FM, e ordinando MN, onde lo spazio EHNM esprima l'acqua aggiunta, si dovrebbe alla parabola nota TEH aggiugner il detto spazio noto EHNM per avere tutta la parabola TMN, di cui dovrebbe cercarsi l'altezza TM, e detrattane TE, si avrebbe l'aumento EM. Questa supposizione non è soggetta all'inconveniente della prima, ma ne pur essa ha alcuno sicuro fondamento, non essendo necessario che all'unirsi de' due fiumi, si serbi nella superficie, e in ciascuna profondità sotto di essa la velocità primiera; anzi se i due fiumi venissero da origini egualmente alte, pare che all'alzarsi la superficie nell'alveo comune, dovesse scemarsene la velocità; perchè ne resterebbe scemata la discesa. Non mi trattengo nell'esemplificare, come si potessero calcolare gli alzamenti in queste, o in altre simili supposizioni, perciocchè le reputo affatto arbitrarie, ed anco perchè non sarà difficile intendere quello che debba farsi da ciò che diremo nelle annotazioni seguenti. Sarebbe desiderabile dedurre dalle sperienze qualche lume più certo, per trovare in tali casi la legge delle velocità dopo l'unione delle acque, e calcolarne poscia gli alzamenti che si cercano.

Solo avverto, che sebbene è indifferente l'investigare la proporzione delle acque de' due fiumi in qualsivoglia loro sezione (purchè si serbino le avvertenze poc'anzi dette nel §. *e prima* della presente annotazione) nulladimeno quell'aumento di altezza, che si troverebbe dover seguire per l'immissione d'un fiume nell'altro, se si avessero supposizioni ben certe per calcolarlo, sarebbe diverso in diverse sezioni del recipiente, perocchè ne' tratti de' quali parliamo, cioè in quelli ne' quali egli tuttavia si va accelerando nella discesa, tal aumento non può essere eguale in tutte le sezioni, ma nel passare dalla superiore AB (*fig.* 85.) all'inferiore DE, l'aumento di altezza BC seguito per l'unione de' due fiumi diviene EF minore di BC; onde converrebbe cercare la velocità del fondo, e della superficie nelle diverse sezioni, e per ciascuna descrivere la parabola della velocità, e fare il rimanente; se pure non si volesse piuttosto descriver l'iperboloide, che rappresenterebbe la curvatura della superficie CF. È ben vero, che potendosi questa poco scostare dalla linea retta, trovati che ne fossero due punti

abbia per tal cagione grande altezza di corpo, poca ne aggiungerà a quella del recipiente, se questo avrà considerabile pendenza, e perciò molta velocità. Egli è ben vero, che per l' ordinario, i fiumi corrono non con la velocità della discesa, ma bensì con quella che imprime loro l' altezza del proprio corpo; e perciò in casi di tal natura si può senza scrupolo di errore considerabile (particolarmente avendosi le necessarie avvertenze) valere di questa proposizione. (1) *Se un fiume*

C, ed F, si avrebbe la positura del detto pelo, congiungendo i detti due punti colla retta CP, senza errore di gran momento, supposto che il fondo fosse piano.

Quando l' influente colla sua direzione potesse far contrasto al recipiente, e ritardarne la velocità, o quando secondandone il corso si potesse supporre, che contribuisse coll' impeto delle sue acque ad accrescerla, si dovrebbe aver riguardo anche a ciò, potendo nel primo caso riuscire l' alzamento maggiore del calcolato (se pure vi fossero principj sicuri per calcolarlo) e nel secondo minore, anzi forse nullo, o pure in vece di alzamento seguirne abbassamento. Egli è ben vero, che non molto di sotto al punto dell' unione, riducendosi di nuovo il recipiente a quella velocità, che converrebbe alla sua discesa, detratti gl' impedimenti superiori (uno de' quali potrebbe essere stato il detto contrasto dell' influente) e proseguendo per altro ad operare gl' impedimenti inferiori, tali effetti o di ritardamento, o di accelerazione, non dovrebbero seguire che per poco tratto.

(1) Ciò è lo stesso che dire, che la quantità dell' acqua che porta un recipiente da se solo, sta alla somma delle acque di esso, e di un influente a lui unito nella ragione composta di quella delle sue altezze avanti, e dopo l' unione, e della dimezzata delle medesime altezze; il che facilmente si dimostra, attesochè trattandosi di un istesso fiume, e di una istessa sezione (che qui si vuol supporre di figura rettangola) e per conseguenza essendo invariabile la larghezza, la quantità d' acqua che egli porta in diversi suoi stati, debbono sempre star fra loro nella ragione composta di quella delle altezze, e di quella delle velocità medie. Ma la ragione delle velocità medie ne' fiumi, de' quali ora trattiamo, cioè ne' quali le velocità dipendono in tutto, almeno sensibilmente dall' altezza corrente dell' acqua, non è che la ragione dimezzata delle stesse altezze (essendo in tali casi le scale delle velocità due parabole dello stesso parametro, che hanno i loro vertici nella superficie corrente, nelle quali le velocità medie sono fra loro, come le massime ordinate, e queste sono nella ragione dimezzata delle ascisse, cioè delle altezze correnti). Dunque le quantità dell' acqua nell' uno, e nell' altro stato saranno fra loro nella ragione composta delle altezze, e della dimezzata di esse. Da questa composizione di ragioni si deduce, che considerando le quantità delle acque, come numeri cubici, le velocità sono come le loro radici cubiche, e le altezze, come i quadrati di queste radici; onde si ricava la regola di calcolar l' alzamento di un recipiente per l' unione di un influenre, quando sia nota la proporzione delle acque dell' uno, e dell' altro fiume, e quando si tratti, come ora supponiamo, che il recipiente riconosca tutta la sua velocità dall' altezza, o almeno che la discesa non vi abbia parte molto sensibile; imperocchè estratta la radice cubica tanto dalla quantità dell' acqua del solo recipiente, quanto dalla somma delle acque dell' uno, e dell' altro i quadrati delle radici cubiche (o pure le radici cubiche dei quadrati delle dette due quantità, che è lo stesso) staranno fra loro come le due altezze prima, e dopo l' unione, onde essendo data l' altezza del recipiente prima dell' unione per la regola aurea, si troverà l' altezza dopo l' unione, come esemplificheremo nell' annotazione seguente.

crescerà per una piena sopravvegnente, la quantità dell' acqua prima della piena, a quella della piena, avrà la proporzione composta della proporzione delle altezze, e della dimezzata delle altezze medesime; (1) e conseguentemente può aver luogo la regola addotta da noi alla *proposizione* VIII. *del lib.* III. *della misura delle acque;* le quali proposizioni, sebbene si devono intendere in termini astratti, e prescindendo da ogni sorte di resistenze: nulladimeno però, perchè è meglio che l' errore porti piuttosto qualche cosa di più, che di meno; egli è certo,

(1) La proposizione a cui ci rimanda qui l' autore, insegna in primo luogo come si possa trovar la proporzione delle acque di due fiumi orizzontali, o almeno tali, che le velocità della discesa in essi sia spenta, e resti solo quella che nasce dalla loro altezza corrente, e ciò senza aver uopo di alcuna misura, che dell' altezza, e della larghezza delle loro sezioni, non riputandosi da lui necessaria in simili casi la ricerca delle velocità, mentre queste gli risultano dalle medesime altezze. Dopo ciò insegna la medesima proposizione di calcolare l' alzamento che dovrà seguire nella superficie dell' uno, per l' immissione dell' altro.

Quanto al primo la sua regola consiste in questo. Posto che CB (*fig.* 86.) sia la sezione dell' influente, la cui larghezza AB, l' altezza AC, si prenda la radice quadrata dell' altezza AC, e si moltiplichi per la stessa altezza, e poscia per la larghezza AB; il prodotto esprimerà la quantità dell' acqua che egli porta. Similmente prendendo la radice quadrata dell' altezza del recipiente ED, e moltiplicandola per la medesima ED, e quindi per la larghezza EF, si avrà la quantità dell' acqua del recipiente, o piuttosto i numeri così ritrovati, esprimeranno la proporzione delle dette acque, avvertendo di praticare qui ancora nello scegliere le sezioni le cautele prescritte nell' annotazione 8.

In questo discorso, in cui solo può nascere qualche scrupolo nell' uso del presente metodo, si suppone tacitamente, che le velocità delle due sezioni CB, DF vengano rappresentate da due parabole CG, DI, le quali non solo abbiano per asse le altezze CA, DE col vertice nella superficie corrente in C, e in D, ma siano inoltre dello stesso parametro; perocchè solo in tali supposti sarà vero, che le radici quadrate delle altezze AC, DE (le quali radici nelle parabole di parametro eguale si esprimono per le massime ordinate AG, EI) moltiplicate nelle stesse altezze AC, DE diano la proporzione degli spazj parabolici CAG, DEI, che esprimono i complessi, o sia le scale delle velocità, onde poi moltiplicando i detti spazj nelle larghezze AB, EF si abbia la proporzione delle acque; or qui lasciando da parte, che le scale delle velocità delle due sezioni predette, o pure dell' una, o dell' altra di esse potrebbero per avventura non esser parabole, attesa l' ineguale azione, e applicazione degl' impedimenti alle diverse parti dell' acqua, come l' autore ha avvertito nel capo 7; e dissimulando ancora, come insensibile l' errore, che si commette nel supporre i vertici delle dette parabole precisamente ne' punti C, D della superficie, quando in rigor matematico ne' fiumi inclinati, essa dee pure ritenere qualche poco della velocità concepita per la discesa, certo è (per le cose dette nell' annotazione 15 del capo 4, e in diversi luoghi di quelle del capo 7) che secondo le ipotesi dell' autore, le parabole CG, DI esprimenti le velocità delle due sezioni potrebbero non avere egual parametro. Come se nell' uno de' fiumi (*fig.* 87.) l' altezza AB fosse quella, sotto cui nella sezione data dell' uno di essi, passerebbe tutta la sua acqua colla velocità libera, la qual velocità si esprimesse colla parabola ABC, ma a cagione degl' impedimenti,

che in fatti correndo i fiumi con molte resistenze alle loro velocità, queste in parità di circostanze, vengono sempre più impedite negli alvei minori, che ne' maggiori; e calcolandosi la proporzione dell'acqua de' primi, a quella de' secondi, maggiore di quella, che realmente sia; ne nasce altresì l'alzamento fatto nel fiume influente, qualche poco maggiore del vero.

---

essendosi dovuta alzare la superficie fino in D le velocità terminassero ad un'altra parabola DBF, dovrebbe questa esser eguale alla parabola ABC, e perciò dovrebbe tagliarla in qualche punto come E, in cui lo spazio DEA venisse ad esser uguale allo spazio EFC, il che essendo non è possibile, che le due parabole ABC, DBF abbiano lo stesso lato retto. Che se ora si supponesse l'altro fiume non punto impedito, ma corrente nella sezione di cui si tratta sotto l'altezza GH dovuta alla sua velocità libera, onde la scala delle velocità fosse la parabola GHI di parametro eguale alla ABC, o pure si figurasse anch'egli impedito, e rialzato di superficie fino in K, per modo che la parabola delle velocità impedite fosse KLM eguale di area alla GHI, ma non però di lato retto eguale alla DBF (caso possibile a succedere variandosi le parabole delle sezioni impedite a misura degli impedimenti, i quali ponno fare maggior effetto nell'uno, che nell'altro fiume) è manifesto, che questo metodo di determinare la proporzione delle acque de' due fiumi andrebbe lontano dal vero.

Questa difficultà, la quale non era ignota all'autore, è quella per cui egli ha avvertito poco dopo, che simili proposizioni non sono vere, *che in termini astratti, e prescindendo da ogni sorta di resistenze*: come se dichiarasse non pretendersi da lui di dare altro che un'approssimazione; ed inoltre ha soggiunto, che essendo in parità di circostanze sempre più impedite le velocità ne' fiumi minori, che ne' maggiori, che vuol dire dovendo il parametro della parabola DBF, che esprime le velocità dell'influente (che per lo più suol esser fiume minore del recipiente) esser minore di quello della parabola GHI, o KHM, che rappresenta quelle del recipiente, l'errore che si commette seguendo il suo metodo, porta sempre ad accrescer la quantità dell'acqua del primo in proporzione di quella del secondo, e per conseguenza l'altezza, che poi si calcola de' fiumi uniti riesce soverchia, anzi che scarsa, il che torna a maggior sicurezza di tal ricerca. Con questa, e colle altre avvertenze che seguono appresso ne' §§. *Avantaggia*, e *In questo*, parmi che ci possiamo affidare, se non di calcolare col suo metodo la giusta proporzione delle acque de' due fiumi, almeno l'alzamento dell'uno per l'unione dell'altro non minore del vero.

Per altro se in ciò rimanesse alcun dubbio, si potrebbe indagare anche nel caso de' fiumi, de' quali trattiamo la proporzione delle acque in maniera simile a quella che abbiamo accennata nell'annotazione 3.ª di questo capo, cioè a dire congiugnendo alle misure delle altezze, e delle larghezze quelle delle velocità dedotte dagli esperimenti de' pendoli, le quali velocità basterebbe in tal supposto cercare nel fondo, o presso il fondo di amendue i fiumi, e poscia tirare (*fig.* 86.) le perpendicolari AG, EI proporzionali alle dette velocità, e intendendo descritte coi vertici C, D le parabole CG, DI, la proporzione degli spazj parabolici CAG, DEI (la qual proporzione è quella de' rettangoli CAG, DEI) sarebbe quella delle acque de' due fiumi, ancorche i parametri delle due parabole così descritte non fossero eguali.

Trovata dunque (in qualunque modo ciò sia) la proporzione delle acque de'

A vantaggio della medesima proporzione sta l' ampiezza delle golene, che ne' fiumi maggiori è assai grande, la quale allargando la sezione nella parte superiore, contribuisce a rendere l' altezza reale, tanto minore di quella che nasce dal calcolo. Per evitare però questo secondo errore, buon consiglio sarà (quando non si abbiano regolatori che formino una sezione ben giusta) quello di prendere le misure dell' altezza, e larghezza dell' uno, e dell' altro fiume nelle sezioni più anguste di essi; essendo certo, che correndo per esse ugualmente, che per tutte l' altre più larghe, la medesima quantità di acqua, si trovano nelle medesime, le larghezze, e le altezze delle sezioni più vive.

---

due fiumi, e supposto che questi debbano correre uniti insieme nella larghezza EF, il metodo che prescrive l' autore nella proposizione da lui citata per trovar l' altezza EH della superficie del recipiente dopo la loro unione, è quello che già abbiamo accennato nell' annotazione precedente: si estragga la radice cubica della quantità dell' acqua del recipiente DF, e si faccia il quadrato della detta radice. Si estragga parimente la radice cubica della somma di amendue le quantità d' acqua, e se ne faccia il quadrato; quindi come il primo quadrato al secondo, così sarà l' altezza del solo recipiente DE, all' altezza cercata HE, onde si farà manifesto l' alzamento DH. Per maggior chiarezza soggiugneremo un esempio del metodo dell' autore nel calcolare tanto la proporzione delle acque di due fiumi, quanto nel calcolar l' alzamento dell' uno per l' altro.

Sia l' altezza dell' influente AC piedi 11, la cui radice quadrata è 3, 317 in circa. Moltiplicando questo numero per la detta altezza di piedi 11, e per la larghezza AB, che si suppone piedi 139, sarà la quantità dell' acqua dell' influente espressa dal prodotto 5071. Pongasi l' altezza del recipiente ED piedi 30, la cui radice quadrata è prossimamente 5, 477 moltiplicandola per l' altezza 30, e per la larghezza EF, che si figurerà piedi 760, ne verrà per l' acqua del recipiente 124875. Aggiugnendola a quella dell' influente, si avrà la somma delle acque 129946. La radice cubica del primo di questi numeri 124875 si troverà 49, 98, il cui quadrato è 2498, e la radice cubica del secondo 129946 sarà 50, 65, il cui quadrato è prossimamente 2565. Dunque come 2498 a 2565 così piedi 30, altezza del solo recipiente ED, a piedi 30, oncie 10, che sarà l' altezza cercata EH de' fiumi uniti, e l' aumento HD sarà oncie 10.

Questi, e simili calcoli si ponno facilitare di molto per mezzo delle tavole paraboliche del p. abate Grandi, nelle quali avendo disposte in una colonna accanto alla serie di tutti i numeri naturali, che sono le altezze in oncie di piedi, o di braccia, le loro radici quadrate che esprimono la velocità, e in un' altra colonna i prodotti di queste nei detti numeri delle altezze, che vengono ad essere i cubi delle velocità, e rappresentano gli spazj parabolici, o le quantità delle acque, data che sia una di queste tre quantità, si trovano accanto di essa in un' occhiata le altre due. Così nel caso dell' esempio presente accanto all' altezza dell' influente di piedi 11, cioè oncie 132 si trova l' area parabolica (supposto il lato retto della parabola, qual egli lo ha preso arbitrariamente) 1516, 68, che moltiplicata per la larghezza di piedi 139 produce la quantità dell' acqua 210818, 52; e parimente accanto l' altezza del recipiente di piedi 30, o sia oncie 360, si ha lo spazio parabolico 6829, 20, che moltiplicato per la larghezza di piedi 760 dà la quantità dell' acqua del recipiente 5190192; e questi numeri, cioè 210818, 52,

In questo proposito deesi in oltre considerare ciò che abbiamo detto più volte; darsi, cioè ne' fiumi maggiori delle larghezze d' alveo soprabbondanti, dal che nasce, che siccome ristringendosi esse al dovere, non si alzerebbe l' acqua del fiume un pelo, e nel sito del loro ristringimento potrebbe molte volte correre il fiume influente; così si possono dare de' casi, che un fiume influente entri pieno nel grande alveo di un recipiente, e non vi faccia alzamento sensibile, quando per altro dal calcolo che suppone sempre le larghezze vive può essere che risulti notabile; bastando a questo effetto, che l' acqua stagnante, o girata ne' vortici delle sezioni più larghe, prenda direzione seguita all' ingiù, nella maniera medesima, che le piene de' fiumi influenti appena si elevano di superficie sopra il pelo dell' acque, rigurgitate per li loro alvei dal recipiente: (1) e perchè vicino agli sbocchi (si aprano essi, o nel mare, o in altri fiumi) la capacità dell' alveo si fa sempre maggiore: perciò le piene sopravvenienti

---

e 5190192, benchè siano diversi dai due poc' anzi da noi trovati 5071, e 124875, hanno tuttavia la medesima proporzione di questi, cioè quella delle acque dei due fiumi. La somma dei detti spazj parabolici è 540101052, che divisa per la larghezza del recipiente di piedi 760 dà lo spazio della parabola per li fiumi uniti 7106, 59, la quale cercata nella medesima tavola (o preso il numero più prossimo ad essa, che si trova essere 7118, 80) mostra nella colonna delle altezze, l' altezza cercata di oncie 370, cioè piedi 30, oncie 10 come prima.

Queste regole tanto di cercare la proporzione delle acque, quanto di dedurre l' alzamento d' un fiume per l' altro, presupponendo che i fiumi non si accelerino per la discesa, non hanno luogo se non per quei tratti ne' quali camminano col pelo sensibilmente paralello al fondo, o almeno dove a larghezze eguali corrispondono in ciascuno di loro eguali altezze, onde non si ponno applicare ai tratti impediti dal rigurgito, come l' autore avverte poco più sotto; essendo ivi tutte le sezioni maggiori del giusto, e le altezze ineguali; calcolato poi che sia l' alzamento del recipiente in una sezione, tal misura serve sensibilmente per tutte le altre sezioni del tratto predetto.

(1) Quello che quì si dice d' una piena si dee intendere anco dell' alzamento fatto da un semplice influente, il qual alzamento sarà minore nel punto dell' unione de' due fiumi, se questa si farà in sito alterato dal rigurgito, di quel che sarebbe, se succedesse nel tratto superiore non alterato, e si andrà poi sempre sminuendo nell' accostarsi allo sbocco, come si raccoglie dalle cose dette nel capo 8, annotazione 8. Se poi si cercasse la misura dell' alzamento predetto, supposta la confluenza in sito che soggiacia al rigurgito, ognuno può vedere, che sarebbe assai difficile il rinvenirla per le incertezze, dalle quali è inviluppata questa materia, e che si sono vedute nel detto capo 8. Tutto ciò che parmi potersi fare per approssimarsi al vero sarebbe calcolare l' alzamento predetto, come se dovesse seguire in parte superiore, e non alterata dal rigurgito, e quindi avendo noto a un dipresso, per osservazioni fatte del recipiente, quel punto del suo alveo, in cui nel dato stato d' altezza dell' altro recipiente, in cui egli sbocca, e nel dato grado di piena, per cui si fa il calcolo, comincia il suo pelo ad inclinarsi notabilmente sono la linea paralella al fondo, e al pelo basso, a cui nelle parti superiori cammina paralello, scemare la quantità dell' alzamento calcolato nella

in que' luoghi, fanno regolarmente minore alzamento al punto dell' unione, e (come si è detto di sopra) sempre minore, quando più la piena s' avvicina allo sbocco. Se c' immagineremo che due fiumi sbocchino nel mare con foci separate, ma quanto dir si possa vicine; egli è certo, che non elevandosi per l' influsso di alcuno di essi, sensibilmente il pelo del mare, la piena d' uno non dovrà alterare quella dell' altro: lo stesso succederebbe, se avessero il solo sbocco comune; ma se gli alvei si unissero insieme al di sopra della marina, ognuno facilmente giudicherà dovere farsi qualche alzamento maggiore nelle piene unite, abbenchè poco, ed insensibile con questa regola, cioè che sia minore nelle minori distanze dal mare, e maggiore nelle maggiori, sino però a un certo termine, e non più oltre, il qual termine è definito dal sito, al quale si estendono i rigurgiti dal recipiente. Quindi apparisce, quanto importi di scegliere siti proporzionati, quando si vogliono fare le misure delle sezioni de' fiumi, per avere quella delle acque che passano per essi; e fra l' altre può servire anche questa regola, di non considerare per buone le sezioni degli alvei, che patiscono il rigurgito, come quelle nelle quali, sì le altezze, che le larghezze non sono mai vive. Deriva anche dalle predette considerazioni un altro avvertimento, cioè la cognizione del vantaggio che si ricava dal mandare a sboccare i fiumi minori ne' maggiori in sito, dove arrivi il rigurgito del mare; poichè ivi crescono meno in altezza i fiumi recipienti, per l' unione degli influenti, mancando in questo caso, dal suo ufficio il calcolo dell' altezze sopraggiunte, che sempre darà di più del vero; siccome le sezioni del fiume sono sempre maggiori delle vive in altri luoghi di esso.

---

ragione delle distanze dello sbocco del recipiente dal detto punto, e da quello della confluenza de' due fiumi. Come se il pelo del recipiente in quella portata d'acqua, per cui si fa il calcolo, fosse AB (*fig.* 88.) e il punto B fosse quello, in cui egli comincia sensibilmente ad abbassarsi sotto la direzione del suo tratto superiore AB, che era paralella al fondo, e al pelo basso, e parimente il pelo dell' altro recipiente, in cui egli sbocca nello stato, per cui si cerca l' alzamento, fosse TS, tirando per lo punto dello sbocco T l' orrizzontale TE, che tagli la sezione BE in E, e supponendo che la confluenza dovesse seguire nella sezione che passa per lo punto K di questa linea, condotta KI paralella ad EB, sarebbe come TE a TK, così BE a KI. Avendo dunque calcolato l' alzamento BG, che seguirebbe per l' unione de' due fiumi, se dovesse farsi nel tratto superiore AB (nel qual tratto il pelo FG de' fiumi uniti, sarebbe paralello ad AB) e tirata la retta GT, se si farà come EB a KI (cioè come TE a TK) così BG ad IH, si dedurrà assai prossimamente l' altezza IH, che l' influente aggiugnerebbe al recipiente nella sezione KI, fingendo la loro unione fatta in B, la qual altezza dee esser la medesima, ancorchè l' unione si faccia solo nella sezione KI. Questo metodo suppone i peli rettilinei, e che debbano concorrere coll' orizzonte TS, per l' appunto nello sbocco T, le quali supposizioni potrebbero alquanto scostarsi dal giusto, come si è detto nel capo 8, e però non si dà che per un' approssimazione.

CAPITOLO XI.

Degli scoli delle campagne, e loro regole.

Oltre i fiumi maggiori, i quali hanno origine dalle proprie fonti nelle più alte montagne, ed i torrenti, che sebbene non hanno alimento da acque vive, nulladimeno anch' essi nascono da' monti; vi è un' altra specie di fiumicelli, che portano acque di sole piogge, ma cominciano nelle pianure. Questi poche volte, o non mai, sono fatti dalla sola natura, bensì dall' arte degli uomini, i quali per essiccare le campagne, e renderle idonee alla cultura, hanno scavati fossi, ne' quali immediatamente s' introduce l' acqua delle piogge, e che vanno ad unirsi con altri, e finalmente a sboccare in un alveo comune, pure manualmente scavato, che si chiama con nome generale *scolo*, *fossa di scolo*, *condotto*, *tratturo*, *discursorio*, o in altra maniera, secondo la diversità de' paesi, e tali scoli hanno i nomi proprj, come si pratica rispetto a' fiumi. *Sono* dunque *gli scoli per lo più di pubblica ragione;* perchè è comune a molti il dritto d' introdurvi dentro le loro acque piovane, che per l' alveo de medesimi scorrono verso il loro termine. Si dà però il caso, che alcune campagne non abbiano bisogno di pubblico scolo per essere mantenute asciutte; e queste sono quelle, le quali sono contigue alle ripe de' fiumi che corrono incassati, dentro de' quali, per fossi particolari, introducono l' acque loro; ma questi non meritano veruna considerazione, come che sono piccioli, e perchè la natura medesima insegna di maneggiarli.

È il pendio delle pianure ordinariamente così poco, e la superficie delle medesime così disuguale, che *non sarebbe possibile, che l' acque delle piogge, se non fossero impetuose, senza l' uso dei fossi, potessero scorrere per esse dall' alto al basso, e lasciare le campagne in istato di perfetta cultura*, particolarmente in tempo di primavera, e di estate, quando l' erbe cresciute facessero al loro scarico notabile impedimento. È vero che *tutte l' acque finalmente si riducono a' luoghi bassi*, e lasciano scoperti i più alti; ma è altrettanto vero, che per far ciò, è necessario lungo spazio di tempo, nel quale la terra imbevuta di soverchio umore s' insterilisce, e che si trovano sparsi per le pianure luoghi bassi, e racchiusi d' attorno attorno dai terreni più alti, ne' quali adunandosi l' acqua, e non potendone uscire, di necessità farebbe una palude, come vediamo succedere ne' paesi negletti dagli uomini, Ciò ha posti in necessità i popoli di ridurre le pianure tutte comunicanti per via di fossi escavati, e d' indirizzare questi a quei luoghi, dove l' esperienza ha mostrato trovarsi conche, o basse continuate, e lungo di esse scavarne canali capaci a ricevere l' acque

delle piogge per lo mezzo dei fossi delle campagne, (1) dal quale artificio è nata l' essicazione d' intere provincie, rese e mantenute fertilissime dalla continua conservazione delle primiere escavazioni.

Hanno il loro termine questi condotti, *o ne' fiumi vicini, o nelle paludi, stagni ec., o nel mare*. Quelli che sboccano ne' fiumi, bisogna che *servano a campagne, che siano più alte, almeno del fondo di essi, se sono temporanei, o pure del pelo basso dei medesimi, se sono perenni*. La foce parimente che hanno al fiume può essere, *o libera, o difesa con chiaviche*: ponno avere la foce libera, cioè aperta in ogni tempo gli scoli, *il fondo de' quali è più alto, o almeno non più basso delle piene maggiori del fiume*; altrimenti se il fiume sarà torbido, rigurgitando per lo condotto, lo interrirà, e gli turerà lo sbocco; quindi è, che *i soli terreni assai alti ponno scolare, a condotto aperto ne' fiumi*; ma *se questi avranno argini* (segno manifestissimo, che le piene di essi si elevano sopra il piano delle campagne) *non sarà possibile d' avere lo sbocco sempre aperto allo scolo, ma bensì sarà necessario d' impedire con qualche macchina, che le piene del fiume non s' introducano nel condotto*, e che l' acque piovane, se ve ne sono, restino in esso, o ne' fossi delle campagne sin dopo la piena; terminata la quale, levando l' impedimento dallo sbocco del condotto, si dà scarico alla di lui acqua nel fiume.

Sono molti gli artificj adoprati per impedire il rigurgito de' fiumi negli scoli, dei quali non è quì luogo a trattarne, e può vedersi il Baratteri nell' *architettura dell' acque part. pr. lib. 8. cap. 19. (vedi la fig. 53.)* I più comuni però sono le chiaviche predette: si deono bene avvertire in questi casi alcune circostanze, che danno motivo ad altrettante regole; poichè 1.° *se i terreni che deono scolarsi per un condotto munito di chiavica, sono nello stesso piano orizzontale, non è necessario che le sponde del condotto siano arginate*, perchè l' acqua, in tempo che la chiavica sta serrata, o non potrà sormontarle in alcuna parte, o sormontandole per troppa abbondanza, dovrà allagare egualmente tutte le campagne, effetto che non ponno impedire gli argini; i quali perciò non porteranno veruna utilità; se questa non sia (in caso che la chiavica si rompesse, accidente assai raro) d' impedire l' innondazione delle campagne, per lo qual fine si richiederebbero altre cautele. 2.° Ma *se i terreni saranno declivi verso lo sbocco, come il più delle volte sono, sarà d' uopo che gli argini del condotto nella parte della campagna più bassa, siano elevati tanto, che bastino a pareggiare l' altezza della campagna più alta*; altrimenti l' acqua ch' è tramandata

(1) Cioè di quelle che avendo bastante altezza per trasmettere le loro acque al mare, non hanno avuto bisogno di essere buonificate per alluvione, come si distingue dall' autore più sotto nel capo 13.

da questa potrà sormontarli, e fare innondazini; quindi, è 3.° che *i terreni i quali hanno gran declività nella loro superficie, non ponno avere lo scolo con chiavica, senza allagare i terreni inferiori nel tempo della chiusura;* e perciò in tal caso 4.° *bisogna separare lo scolo dei terreni alti* (tanto almeno, quanto la massima piena del fiume) *da quello degli altri che sono più bassi, e mandare il primo a sboccare a foce aperta, ma munito di argini tanto alti che possano sostenere il rigurgito nel fiume, e provvedere il secondo di chiavica, arginandolo,* quando occorra, nella maniera di sopra accennata. È vero, che se l' acqua dello scolo aperto non correrà anch' essa, ed in tale abbondanza, che basti ad impedire il rigurgito della torbida; venendo la piena al fiume, l' interrirà; e può darsi il caso, facilissimo a succedere, che l' acqua dello scolo sia in sì poca quantità che non basti, fatti che siano gl' interrimenti, a rimuoverli, e conseguentemente, che siano necessarie nuove, e replicate escavazioni. In tal caso 5.° può aver luogo la chiavica *da chiudersi nel venire della piena del fiume, sintantochè l' acqua dello scolo sia alzata al pari di quella della piena, e poi da aprirsi di nuovo per dar esito alla nuova acqua dello scolo che sopravverà;* poichè così sarà impedito il rigurgito della torbida, e la sopravveniente dello scolo avrà il suo scarico, e s' impediranno le innondazioni. 6.° *Lo scolo dei terreni più bassi può aver esito col beneficio delle chiaviche, o nel fiume, o nel condotto predetto; ma più facilmente in quello, che in questo;* perchè più si abbassa l' acqua del fiume, che quella dello scolo, anche a causa degl' interrimenti che succedono nell' alveo del condotto, e non ponno accadere in quello del fiume, nel quale per conseguenza si avrà maggiore la caduta.

Gli scoli che vanno a terminare nelle paludi, stagni, e simili, ordinariamente hanno lo sbocco aperto; e la ragione si è, perchè la differenza fra il maggiore alzamento, e il maggiore abbassamento dell' acqua delle paludi, per lo più, non è tanta che meriti, per impedirne il rigurgito, l' applicazione alla fabbrica della chiavica, e la fatica di maneggiarla; tanto più che i terreni, i quali debbono scolarsi in esse, sono più alti del pelo altissimo della palude medesima, come che da essi deriva la copia dell' acqua che la rende gonfia; oltre che non si dee temere di alcuno interrimento per lo rigurgito dell' acqua che sempre è chiara. È alle volte però così poca la declività del piano di campagna nelle parti inferiori contigue alla palude che restando per la sua altezza, la maggior parte dell' anno, asciutto solo in tempo dei maggiori gonfiamenti, si bagna per lungo tratto: *in tali circostanze torna a conto il difendere con argini circondanti il terreno più alto,* acciocchè crescendo l' acqua della palude, non s' innondi, ed in detto tempo trattenere nelle campagne l' acque piovane, che poscia nel callare della palude, ponno scaricarsi in essa per uno, o

più tagli fatti nell'argine medesimo. Tali siti non si riducono a cultura perfetta, come di sua natura paludosi; ma bensì si mantengono ad uso di pascoli, o di prati, ai quali giova l'umidità del terreno. Similmente quando le paludi patiscono notabile accrescimento, come quando vi entrano de' fiumi, o sono soggette a ricevere le acque de' medesimi per espansione sopra le sponde di essi; allora ponno aver luogo le chiaviche agli sbocchi degli scoli, ma *prima di risolvere di valersene, bisogna avere riflesso alla durata del gonfiamento della palude; all'altezza di esso; alla condizione dei terreni; e simili;* perchè da tali circostanze può essa essere resa, o fruttuosa, o infruttuosa.

Quei condotti che hanno esito immediato nel mare, richiedono anch'essi diverse considerazioni, secondo la diversità delle circostanze. Posciachè *il flusso, e riflusso, ed il gonfiamento delle burrasche, talora riescono di danno alle foci degli scoli, e talora di utile.* Ognuno sa che *il mare si forma da se medesimo gli argini* all'intorno, con monticelli di arena continuati, che da alcuni sono chiamati *dunne*, e da altri *albaioni*. L'altezza di questi difende il terreno interiore dalle innondazioni, che seguirebbero in tempo di burrasca, e talvolta anche in tempo della consueta marea. Bisogna tagliare queste dunne, per introdurre il condotto nel mare, ma nello stesso tempo bisogna armarlo di forti argini, acciò introducendosi per lo taglio delle dunne, l'acqua del mare burrascoso non si allarghi per le campagne a sommergerle, come qualche volta è succeduto nei paesi bassi, per sempre. Quindi per non mettersi a tal azzardo *si suole provvedere con forti chiaviche*, che serrandosi quando il mare è alto, lo obbligano a contenersi ne' soliti limiti, ed aprendosi in mar basso, danno scolo alle acque trattenute nel tempo della chiusura. *In alcuni scoli* però, che o per la lunghezza del viaggio, o per altra cagione sono abbondanti di acqua in ogni tempo, ed equivagliano ai piccioli fiumi, *può darsi il caso, che le chiaviche non siano necessarie*, bastando l'influsso perenne di acqua abbondante, a rispingere quella del mare; siccome non occorrono in quei siti, nei quali la campagna, scostandosi dal lido, si alza sempre, e considerabilmente. *L'osservazione dell'alzamento che fa il mare tempestoso, paragonato al livello del piano della campagna, farà ben conoscere, quali siano gli scoli che richiedono chiaviche, e quali no*; e di qual sorte di argini debbano essere provveduti. Vi sono degli *scoli di campagna*, i quali *hanno le sue foci al mare così ampie, e profonde*, che formano piccioli porti, e danno ricovero a qualche nave di mediocre grandezza: tal'effetto può nascere, o dal fondo naturale del mare in quel sito, o dall'abbondanza dell'acqua dello scolo, o dalla situazione del lido; o dalla direzione dello sbocco, non soggetta a quei venti impetuosi, che spingono

nelle tempeste l'arena alla spiaggia; o dal flusso, e riflusso copioso del mare; o da qualche altro principio che rimuova le cause degl'interrimenti, e promuova quella dell'escavazioni, difficile ad immaginarsi senza l'osservazione oculare, e particolare del luogo. All'incontro (1) *ve ne sono degli altri, lo sbocco dei quali*, per così dire, *ad ogni soffio di vento contrario si serra*; e questi fa di mestieri, o *divertirli ad altra parte*, o pure ristringendo l'acqua con palificate, *fare che essa entri nel mare velocemente*, dimodochè vaglia a corrodere l'arena deposta, e ad impedire nuove deposizioni.

Nell'uso degli scoli non basta avere una buona foce; ma di più vi *è necessario che le campagne possano tramandarvi dentro l'acqua delle piogge, e che l'alveo degli scoli medesimi non le spanda lateralmente*; perciò bisogna riflettere, che essendo per lo più l'acqua di tali fiumicelli assai scarsa, in paragone di quella degli altri fiumi, se la medesima fosse torbida, acquisterebbe una considerabile caduta prima di stabilirsi l'alveo, la quale farebbe che nelle pianure di poco pendio, il fondo si elevasse notabilmente sopra il piano di terra, e si rendesse incapace a ricevere l'acqua delle campagne; quindi è, che *da tal sorte di acqua non occorre aspettare veruna escavazione; ma* piuttosto *è necessario con opera manuale formare loro l'alveo*, e preparare la strada che deono tenere per portarsi al loro esito.

Quì è d'avvertire, che *l'escavazione dei condotti dee essere fatta così profonda, che possa ricevere l'acqua in grande abbondanza, e non lasci elevare il di lei pelo sopra il piano delle campagne*; e se è possibile, ne meno sopra il fondo de' fossi che dentro vi scorrono. Oltre questi termini, è superflua ogni escavazione; perchè allo scolo de' terreni *basta, che i fossi privati restino asciutti dopo le piogge*. Tale beneficio però in luoghi bassi, molte volte non si può ottenere con tutta l'escavazione possibile; attesochè, disposto che sia il fondo del condotto alla situazione orizzontale, più bassa del livello del recipiente, quanto dee essere il fondo della foce del condotto; se sotto di esso si farà maggiore escavazione, a poco altro servirà, che a tirare all'insù maggiore rigurgito, o a fare de' gorghi nel fondo del condotto; oltre che le escavazioni, quanto più sono profonde, addimandano maggior larghezza nella parte superiore di esse, che nel nostro

(1) Che la foce dello scolo si serri talvolta ad ogni soffio di vento, si dee intendere in quanto il vento mettendo in commozione il mare, ne porta le arene ad otturare lo sbocco allo scolo, e questo essendo povero d'acqua, non ha forza per isgombrare l'interrimento, come farebbe se sboccasse con maggiore velocità; e non già in quanto il vento possa per se medesimo arrestare il corso all'acqua dello scolo, il che sarebbe contrario a quello, che l'autore ha insegnato nel capo 10 §. *Le cause*.

caso sarebbe un consumo di terreno ben grande, senza corrispondente utilità. Egli è ben vero, che *nell'escavazione di questi condotti è meglio abbondare nel molto, che mancare anche in poco;* e la ragione si è, perchè non ostante che gli scoli delle campagne non portino che acque chiare; queste non ponno però essere mai tanto limpide, che non admettano qualche mistura di limo, il quale viene portato via dalla superficie de' campi, particolarmente in tempo di piogge impetuose; e se non altro dal dirupamento, e slavamento delle ripe del condotto medesimo; e perciò godendo l'acqua poca velocità di corso, a causa sì del poco pendio dell'alveo, sì del poco corpo d'acqua, è necessario che la materia terrea deponendosi, alzi il fondo del condotto; e per conseguenza si elevi il pelo dell'acqua, sul quale non potranno più avere esito felice, le acque delle campagne; perciò *quanto maggiore sarà l'escavazione, tanto più starà il fondo del condotto ad arrivare a quel segno d'interrimento, che può rendersi nocivo;* ma per lo contrario essendo difettosa la primiera escavazione, immediatamente, e sempre più si sentiranno le conseguenze del difetto che anderà accrescendosi; e sarà necessario di pensare ad una nuova escavazione. Quindi è, che gli scoli non potendo da se mantenersi scavati, e necessariamente dovendo interrirsi per le cause sopradette inevitabili (oltre altre molte, che o l'ignoranza, o la malizia permette, e frappone) hanno bisogno le fosse di scolo di temporanei replicati scavamenti, che alle occasioni deono intraprendersi con buone regole.

(1) I. Verte la prima circa lo sbocco, *il fondo del quale, quanto più s'abbasserà sotto il pelo dell'acqua, in cui dee avere esito il condotto, tanto più sarà felice lo scolo:* il che però si dee intendere nei casi, nei quali la situazione della campagna addimandi, che si procura tutta la possibile felicità di scolo: per altro *quando i terreni sono*

---

(1) Quali sieno i casi ne' quali convenga procurare tutta la possibile felicità di scolo coll'abbassamento della foce dal condotto, si raccoglie dalle cose detto nel paragrafo antecedente; mentre quando i terreni sono talmente situati, che i fondi de' loro fossi scavati fra le colture, restano bensì più alti del livello infimo del recipiente, ma così poco, che cessando ancora di ricever acqua dalle colture, non ponno che lentamente, e stentatamente asciugarsi, allora quanto più il fondo dello sbocco del condotto si abbasserà sotto il detto pelo infimo, tanto il condotto si manterrà più basso di superficie, e più felice sarà lo scolo. Ove poi i fondi de' fossi per essere a livello, o sotto il livello del recipiente costituito nella sua maggiore bassezza non potessero assolutamente asciugarsi, allora ha luogo ciò che si è avvertito nel paragrafo antecedente, cioè che poco, o nulla serve l'abbassare maggiormente, o il condotto, o il fondo della sua foce; e molto più sarebbe inutile il farlo, quando i terreni fossero assai alti, e i fossi felicemente si scaricassero nel condotto.

alti, basta provvederli abbondantemente di scolo, e tralasciare quel più che si potrebbe avere, sì per non intraprendere spese inutili, sì per impedire i mali effetti dell'escavazioni troppo profonde. *L'abbassamento perciò dello sbocco, mai non si dee fare sotto il fondo del fiume, palude, o altro vaso, dentro il quale egli si apre*, perchè ciò sarebbe un getto inutile, e di fatica, e di spesa; *ne meno si dee sempre abbassare lo sbocco sino al fondo predetto*, se la necessità non lo richiede. Ma occorrendo di farlo, come molte volte succede *a quelli che entrano nelle paludi*; perchè la maggior profondità di queste non si trova che rare volte nella circonferenza, ma per lo più al di dentro di esse: *si dee prolungare l'escavazione sino al luogo più profondo*; e s'è possibile, aperto, e libero dagl'impedimenti che portano allo scarico delle acque, l'erbe nascenti ne' luoghi paludosi.

II. La seconda regola è, che *l'escavazioni che si fanno dentro le paludi per gli scoli, non deono essere secondate da argini*, se per altro motivo non sono necessarj; ma se pure la terra dell'escavazione dee fare qualche alzamento alle sponde, *si dee con tagli dare comunicazione all'acqua della palude con quella dello scolo*; e la ragione di ciò è, perchè *quanto più presto le acque correnti trovano il pelo d'acqua sul quale debbono spianarsi, tanto più restano basse di superficie nelle parti superiori*.

III. Situato lo sbocco, e profondato quanto basta, si ha da determinare il fondo della escavazione, che ha da essere regolato dalla superficie dei terreni, che dentro vi deono scolare, avendo riguardo ai più bassi; e perciò talora nelle parti inferiori, può essere necessaria l'escavazione sino all'orizzontale del fondo dello sbocco, e talvolta può avere qualche declività maggiore, o minore secondo la diversità dei casi; perciò non è necessario, che il fondo de' condotti stia disteso, secondo tutta la sua lunghezza, sul tipo d'una sola cadente, ma può averne diverse, secondo la differente positura della superficie delle campagne; ond'è, che questa, prima di determinare cosa alcuna, dovrà bene esaminarsi colla livellazione; nel fare la quale (1) (per isfuggire gli errori che inevitabilmente si commettono nell'uso

(1) Il regolamento degli scoli delle campagne, particolarmente nelle pianure più basse, richiede per l'ordinario operazioni di livello così dilicate, attesa la scarsezza delle pendenze, delle quali si può far capitale, per condurre le acque ad uno più, che ad un altro termine, o per una più, che per un'altra strada, che meritamente prescrive in questo luogo l'autore doversi in simili livellazioni cercare tutta la possibile esattezza; e questo è più che mai importante, ove si tratti di condurre le acque ad un termine notabilmente lontano da quello, dal quale si derivano. Non v'ha dubbio, che quando occorra regolare l'escavazione d'un condotto già fatto (che è ciò di cui egli ha preso a trattare in questo luogo) il modo più sicuro, ed insieme più spedito di riconoscere lo stato del suo fondo,

degli altri livelli, quantunque provveduti di cannocchiali ec.) consiglierei sempre a valersi dell'acqua de' condotti medesimi, resa stagnante con argini trasversali; e di quella de' fossi delle campagne; per esaminare la situazione di esse.

---

per quindi dedurre la quantità del profondamento, che a luogo a luogo è necessaria, non sia quello che egli suggerisce, di ristagnare con argini trasversali l'acqua dello stesso condotto, e prendendo per mezzo d'un semplice archipenzolo la differenza d'altezza da pelo a pelo di sopra, e di sotto ciascuno de' predetti argini, misurar poscia con frequenti scandagli la bassezza del fondo tra un argine, e l'altro sotto il pelo dell'acqua stagnante; e riconoscere altresì a luogo a luogo lo stato delle colture per rapporto al pelo d'acqua de' fossi, che per mezzo esse sono scavati, ristagnando parimente l'acqua entro di questi.

Allo stesso mezzo delle acque stagnanti come al più sicuro, e più reale di tutti si dee ricorrere, purchè sia possibile, in ogni altra livellazione ordinata a condurre acque per lungo tratto particolarmente nelle pianure; valendosi di que' canali, o fossi, che per avventura si trovano nelle campagne, ancorchè andassero da un termine all'altro per istrade assai lunghe, e per direzioni diverse, e stagnando l'acqua in ciascuno di essi con una, o più traverse di terra, e poi riferendo di mano in mano cogli strumenti soliti da livellare il pelo d'acqua dell'uno, a quello dell'altro, ove fossero notabilmente discontinuati.

Si è detto doversi a questo fine render l'acqua stagnante con argini fatti al traverso a' fossi, o canali, imperocchè non è da fidarsi, che tale sia quella che rimane in essi dopo cessate le pioggie, ancorchè per avventura si vegga per qualche buon tratto stare colla superficie immobile, e non portar via i galleggianti che vi si gettino sopra; mentre se non si riconosce diligentemente, che tutta da un capo all'altro sia continuata nel medesimo stato di perfetta quiete (il che spesse volte non può riuscire per le difficultà dell'accostarsi al labbro del fosso per tutta la sua lunghezza) si può dar caso, che dopo un tratto in cui essa apparisca stagnante, succeda nel fondo del canale qualche piccol ridosso sopra cui corra con pendenza, e quindi di nuovo per altro tratto si faccia vedere quieta, ed orizzontale. Un effetto simile a' ridossi predetti ponno fare le canne, e le erbe che ingombrano gli alvei de' condotti, ove lungo tempo si sia trascurato di sgherbarli, ne è credibile quanta differenza d'altezza si possa trovare nella superficie dell'acqua fra due punti alquanto discosti di simili canali, quando il tratto di mezzo è folto d'alighe, di cannucce, e di simili intoppi. Conviene pertanto accertarsi, che l'acqua sia perfettamente stagnante, chiudendola a luogo a luogo con argini che la sostengano ad una considerabile altezza, e lasciandola riposare qualche tempo, riconoscerla veramente tale per mezzo di segni fissi posti a fior d'acqua sul principio, e sul fine di ciascuno de' tratti intracchiusi fra due argini.

Per altro i livelli ordinarj, massimamente ove sieno guerniti di cannocchiali, e maneggiati da persone diligenti, ed esperte, non lasciano di riuscire nella pratica bastantemente esatti. La maggior parte di essi richiede tuttavia, che di quando in quando si rettifichino, cioè che si accerti, che la linea per cui si traguarda quando il livello si ha per situato nella debita positura, sia veramente orizzontale, il che si fa con diversi metodi già noti, e applicabili or l'uno, or l'altro alle diverse maniere de' livelli. Ma la cautela di collocare sempre il livello in distanze a un dipresso eguali dall'uno, e dall'altro de' due scopi a' quali si mira, può supplire in qualche parte all'esattezza della rettificazione, anzi tal

Qui mi si presenta l'occasione di manifestare un *errore* assai *comune, ch'è di congetturare la felicità di uno scolo dalla velocità, colla quale si vede correre l'acqua di esso*. Non v'ha dubbio, per quello che tante volte si è detto, che la velocità dell'acqua non dipenda, o dal declivio dell'alveo, o dall'altezza viva della medesima;

---

cautela è assolutamente necessaria, ancorchè il livello sia perfettamente rettificato, quando le guardate fossero molto lunghe, come ponno esserlo nell'uso de' livelli forniti di cannocchiali.

Fra le diverse maniere che sono state inventate di simili strumenti, quella a mio credere è da preferire, per cui più speditamente si ottiene di situar la linea del traguardo in positura orizzontale; e tale per le prove fattene, ho trovato riuscir quel livello, che per la prima volta vidi adoperare l'anno 1719 dal sig. Domenico Corradi matematico del serenissimo sig. Duca di Modena. Consiste lo strumento in un semplice cannocchiale lungo meno di due palmi, a cui per di sotto è attaccato un gran peso, e di sopra per mezzo di due braccia di metallo, che partono dalle estremità del tubo, e riescono ad una catena fatta di lastre d'ottone, si sospende la macchina sempre ad un medesimo uncino conficcato in cima d'un bastone, consistendo tutto l'artificio nel fare le snodature della catena così agevoli, e l'appicco di essa all'uncino così dilicato, che lo strumento ogni volta che si sospende, debba per forza del suo peso sempre rimettersi nella stessissima positura, e perciò l'asse del cannocchiale (ove una volta essendo sospeso l'istrumento sia stato situato in positura orizzontale colla rettificazione) sempre si equilibri all'orizzonte. Con ciò si risparmia il gran tempo, che conviene perdere negli altri livelli per situare i traguardi, o il cannocchiale in linea orizzontale. Non vi ha che un poco di tremore, che l'istrumento ritiene dopo di esser sospeso, e dirizzato allo scopo, ma quando l'aria sia quieta, cessa ben tosto anche questo piccolo incomodo, nè vi ha che il vento che ne renda l'uso difficile. Si vuol anco avvertire, che piovendo alcun poco qualche gocciola di acqua che si fermi sullo strumento più da una parte, che dall'altra può sbilanciarlo, ma tal accidente non è difficile a schifarsi.

Con un simil livello il sig. Bernardino Zendrini matematico della serenissima repubblica di Venezia, col quale mi trovai in commissione l'anno 1731 per l'affare della diversione de' fiumi di Ravenna, fece speditissimamente tutte le livellazioni che concernevano una sì grand'opera, per traversi lunghi dove quattro, dove sei, dove più miglia, e ciò con tanta esattezza che rifacendo le medesime operazioni all'indietro per altre diverse strade tornavano fra' medesimi termini le medesime differenze di altezza dentro i limiti di un'oncia, o di una mezz'oncia; nè punto diverse risultavano quelle che si erano rilevate dietro il naviglio, chiamato il Candiano, dalla città fino al mare, coll'aver renduta stagnante l'acqua dello stesso naviglio; concordando tanto le une, quanto le altre con quelle, che alcuni anni prima avea trovato il fu dottor Giuseppe Antonio Nadi, valendosi anch'esso di livello a' cannocchiali, benchè di artificio diverso, e alquanto più difficile a maneggiarsi.

Non debbo lasciar per ultimo di avvertire, che ne' livelli sforniti di cannocchiale, sebbene comunemente suol rigettarsi quello, per cui senza mire si traguarda alla superficie dell'acqua in due tubi di cristallo fra loro comunicanti, col motivo, che quel poco di elevazione che essa soffre presso le pareti de' tubi renda incerto il traguardo, e mal sicura l'orizzontale; nulladimeno l'esperienza

ogni volta adunque che l'acqua si vedrà correre con gran velocità, bisognerà dire, o che l'alveo sia molto declive, o che l'altezza del corpo di acqua sia grande: e ciò (sia nell'una, o nell'altra maniera) porta pregiudicio allo scolo; poichè, se si parla della declività dell'alveo, (1) certo è, che quando l'alveo è più declive, il di lui fondo

---

ha mostrato, che ove si adoperi acqua tinta di color rosso ben carico in tubi di cristallo ben chiaro, senza vene, o bolle, e ove si tenga l'occhio in tal distanza dal livello, e in tal positura, che la visuale tocchi alternamente l'uno, e l'altro tubo, e si vegga l'una, e l'altra superficie con quella maggior distinzione, che è possibile avere nella loro inegual distanza dall'occhio, si accerta assai bene la positura dello scopo, tuttavolta che la guardata sia piccola, come di 10 pertiche in circa, e non più; e per altro questo metodo è speditissimo, non essendo sì tosto piantato il livello, che la linea del traguardo è orizzontale, il che ricompensa colla brevità del tempo il maggior numero delle stazioni, che convien fare. Io posso attestare, che rifattasi per tal maniera dal sig. Ercole Buonaccorsi la maggior parte delle livellazioni di sopra mentovate de' fiumi di Ravenna, tornarono sempre senza divario maggiore di mezz'oncia, anzi livellatosi nello stesso modo dal sig. Giulio Cassani l'anno 1725 un tratto di oltre 40 miglia del nostro Reno alla spiaggia del mare con più di 100 positure di livello, non si trovarono che pochissime once di divario da ciò, che per livellazioni fatte la maggior parte con acqua stagnante, si sapeva doversi trovar di caduta fra que' due termini.

(1) Questa considerazione si adatta propriamente a' terreni, per mezzo de' quali passi un condotto di scolo, che vada ricevendo le acque de' fossi scavati fra le colture, e allora mostra l'autore, che la pendenza del condotto nuoce allo scolo in vece di giovargli. Ma quando si trattasse di asciugare un sito innondato, o palustre con aprire all'estremità di esso un esito all'acqua stagnante, e vi fosse modo d'inviarla (per un condotto da farsi da quel punto in giù) a diversi termini per linee inegualmente declivi, ponno nascere delle riflessioni in ordine alla scelta della maggiore, o della minore pendenza per la felicità dello scolo; sopra di che stimo opportuno fermarmi alquanto, parendomi che tal materia non sia per anco stata bastantemente illustrata.

Posto dunque che sia dato il fondo, o soglia dell'emissario B (*fig.* 89.) da aprirsi nella palude, o lago LABX, e parimente data l'altezza dell'acqua AB sopra il detto fondo dell'emissario, e supposto che nella palude influisca costantemente una medesima quantità d'acqua, se intenderemo un canale orizzontale PBO, la cui larghezza sia per l'appunto tanta, quanto è necessario per estrarre colla velocità competente al detto canale sotto l'altezza AB una quantità d'acqua eguale a quella, che entra nella palude in tempo eguale, dico che applicando al fondo dell'emissario B, in vece del canale orizzontale BP l'inclinato BE, questo tirerà bensì sul principio maggior quantità d'acqua, che l'orizzontale predetto, ma in prosegnimento di tempo, la superficie del lago di nuovo si renderà permanente, e però non ne uscirà per l'inclinato niente di più di quello che ne esce per l'orizzontale, e ciò qualunque sia la larghezza dell'inclinato BE, compensando la natura col maggior abbassamento delle sezioni di questo, quel di più che potrebbe rapire di acqua in virtù della inclinazione, e della larghezza.

Imperocchè tirando per B al piano BE la perpendicolare BC, la quale incontri il livello dell'acqua della palude in C, e prendendo la BD eguale alla BA,

progredendo dal basso all'alto, si va più elevando, e per conseguenza va avvicinandosi al piano delle campagne, più che non farebbe, quando il medesimo alveo avesse minore declività; il che vuol dire,

---

descritta coll'asse BC, e col vertice C una parabola CBE, se fra CB, CD si prenderanno due medie proporzionali, e come BC alla prima di esse medie, così si farà BE ad MN, la quale si ordini alla parabola in M, dimostra il Guglielmini nella proposizione 2.ª del libro 5.° delle acque correnti, che lo spazio parabolico BMNE sarà eguale ad un'altra parabola BDE, la quale coll'asse BD, e col vertice D fosse descritta sopra la medesima base BE. Ma lo spazio predetto BMNE è la scala delle velocità della prima sezione del canale inclinato, se l'acqua vi corresse coll'altezza BM, e la parabola BDE (presa la BE per velocità comune del punto B, giacchè questa secondo le ipotesi comunemente ricevute, dee essere la medesima nel canale orizzontale, e nell'inclinato) e la scala delle velocità della sezione AB del canale orizzontale (essendo per la costruzione l'asse BD, eguale all'altezza dell'acqua BA) dunque la velocità della prima sezione dell'inclinato corrente sotto l'altezza BM è eguale alla velocità dell'orizzontale. Il che stante se le loro larghezze saranno eguali, lo saranno ancora le quantità d'acqua estratte dal lago in tempi eguali. Ma l'acqua che estrae il canale orizzontale, si suppone eguale a quella che influisce nel lago; dunque anco per la prima sezione dell'inclinato corrente coll'altezza BM, tanto si scarica d'acqua del lago, quanto in esso ne influisce; e però la superficie del lago, e quella del canale in M sarà permanente, nè questo, arrivato che sia al segno M, potrà per l'avvenire scaricarne più, nè meno dell'orizzontale. Che se poi la larghezza dell'inclinato non sarà eguale a quella del detto canale orizzontale, allora intendendo, che come la larghezza dell'inclinato a quella dell'orizzontale, così stia lo spazio MNBE allo spazio parabolico BTYE, è chiaro, che BT sarà l'altezza permanente, sotto cui la prima sezione dell'inclinato, scaricherà la medesima quantità d'acqua di prima, onde ne seguirà di nuovo, che la superficie si farà permanente, e si scaricherà per essa tant'acqua, quanta per l'orizzontale. Onde si può osservare, che l'altezza MB, o BT della prima sezione dell'inclinato non è determinabile, se non quando oltre la larghezza del canale inclinato, sia anco data quella che bisognerebbe all'orizzontale per estraer dal lago sotto l'altezza AB una quantità d'acqua, eguale a quella che influisce nel lago, o quel che è lo stesso, quando sia data la quantità dell'influsso, e un tal dato si dee aggiugnere a quelli della mentovata proposizione 2.ª del libro 5.° delle acque correnti, e dello scoglio della medesima proposizione.

Ciò premesso, convien considerare che quando all'emissario B, si apponga il canale inclinato BE, al primo aprirsi dell'emissario, non potrà l'acqua della palude in un istante prendere nella prima sezione quell'altezza (sia BM, o BT secondo la larghezza del canale) sotto cui si è mostrato, che la superficie è per rendersi permanente, ma abbassandosi di mano in mano, prima nelle parti più vicine all'emissario, e poi nelle più lontane, come in AZ, QR, e in altre positure sempre più basse, ne risulteranno le altezze della prima sezione BZ, BR ec. sempre mutabili, e nelle quali la superficie non si potrà stabilire, mentre essendosi mostrato, che la BM (nel caso delle larghezze ineguali) è quell'altezza sotto cui passerà per la prima sezione tutta per l'appunto la quantità d'acqua influente nel lago, è manifesto, che sotto le altezze BZ, BR ne uscirà quantità maggiore dell'influsso, e però è forza che l'acqua nella prima sezione si vada abbassando da Z in R ec. finchè sia giunta la superficie del lago alla positura

che la gran caduta dello scolo, ne leva altrettanta ai fossi particolari, che è quella che principalmente dee desiderarsi; rispetto poi all'altezza viva dell'acqua dello scolo, ognuno sa, che *quanto è maggiore l'altezza dell'acqua, tanto più difficilmente vi entra dentro*

SM (o rispettivamente alla ST) nel quale stato l'esito è eguale all'influsso; e il Guglielmini mostra alla proposizione 4.ª del libro 5.° che la superficie SM si stabilirà in un piano declive tirato dal punto S, nel quale EB prodotta allo insù incontrerebbe la superficie del lago, al punto M, o T dell'altezza permanente nella prima sezione. Egli è dunque necessario, che il canale inclinato, benchè sul principio scarichi più acqua dell'orizzontale, si riduca tosto, o tardi a scaricarne precisamente altrettanta, che questo ne scaricherebbe, e ciò qualunque sia la larghezza dell'inclinato. Il che ec.

Quando dunque nella palude influisse perpetuamente la medesima quantità d'acqua, l'apporre all'emissario B, in vece d'un condotto orizzontale un inclinato di qualunque inclinazione, o di qualunque larghezza gioverebbe bensì per far abbassar l'acqua nel tratto più vicino all'emissario, cioè fino al punto S determinato come sopra, e tanto maggiore sarebbe l'abbassamento, quanto maggiore fosse la larghezza del canale (e maggiore ancora a misura della maggior inclinazione di questo, se non che allora accostandosi il punto S ad A, il tratto dell'abbassamento SA, si farebbe minore posta egual larghezza) ma per lo rimanente del sito innondato SLXO, non vi sarebbe divario alcuno da un canale inclinato a quell'orizzontale, che fosse della larghezza necessaria a smaltir per l'appunto la quantità d'acqua influente entro di quel ricinto; e se tal larghezza fosse nota per esperienza (o per la notizia che si avesse della quantità dell'influsso) si potrebbe co' fondamenti premessi per ogni larghezza, e per ogni inclinazione data del canale BE calcolare, e il tratto AS, e la quantità dell'abbassamento, trovando l'altezza BM, o BT della prima sezione nel modo che si è detto.

Nè paia strano, che accrescendo la larghezza del canale inclinato, non si possa fare altro guadagno, quando egli è pur certo, che apponendovene un orizzontale più largo, di quello che si è supposto (cioè che sotto l'altezza AB mantenga permanente la superficie del lago) l'acqua di questo si abbasserebbe fino alle parti più rimote dal punto A; perocchè sebbene il canal orizzontale più largo farebbe tal effetto sul principio, e con maggior estensione dell'abbassamento, tuttavia in ricompensa di ciò la quantità di questo abbassamento sarebbe minore, nè durerebbe molto un tal effetto, mentre quando il livello del lago fosse calato di tanto da potere sotto quella larghezza mandar fuori tutta l'acqua influente in esso, ivi si arresterebbe la superficie, e di nuovo si farebbe permanente. E perciò quando si sia ne' supposti, ne' quali ora parliamo, e l'esperienza mostri, che uno scolo orizzontale d'una tal larghezza, mantenga l'acqua innondante precisamente nel suo livello, allora (posto che non si possa, o non si voglia variare il fondo B dell'emissario) se si ha in pensiero di asciugar solamente i terreni più vicini all'emissario, lasciando gli altri come stanno (come a cagion d'esempio ad uso di pescagione) tornerà conto in vece del canale orizzontale apporvene un inclinato; ma se si cerca l'universal benefizio di tutto il tratto innondato fino alle parti più rimote dall'emissario, benchè non con tanta diminuzione d'altezza d'acqua; allora gioverà piuttosto allargare l'orizzontale. Lo stesso giudicio si dovrà fare quand'anco non si abbia alcuna sperienza, o altra notizia intorno allo scolo di quella palude, dovendo sempre l'inclinato prevalere all'orizzontale

quella de' fossi laterali; e perciò per l'uno, e per l'altro capo, *la velocità dell' acqua del condotto non arguisce bontà in esso, ma più tosto interrimento del di lui fondo*; ed in fatti le acque degli scoli interriti, nel sormontare che fanno i dossi dell'interrimento, acquistano velocità maggiore, precipitando, per così dire da essi; e da ciò

---

egualmente largo nel fare scemar l'acqua nelle parti vicine all'emissario, e al contrario preferirsi l'orizzontale nello scolo generale di tutta l'estensione della palude. E da tutto ciò si raccoglie, che ogni larghezza possibile del canale, o inclinato, o orizzontale è atta a ridur tosto, o tardi la superficie del lago allo stato di permanenza.

Egli è ben vero, che essendo sempre maggiori gli effetti delle resistenze (nate da' soffregamenti, dalle tortuosità, dall'erbe, e cannucce, che ingombrano gli alvei, e dagli altri intoppi) in un canale orizzontale, che in un inclinato, tutto il discorso sinora fatto in termini astratti mancherà in pratica dal serbare esattamente le proporzioni spiegate, e mancherà sempre in vantaggio dell'inclinato, con fargli rapir più acqua, di quello che mostrino le regole addotte; e inoltre la medesima maggior libertà di corso nell'inclinato potrà per avventura, quando l'altezza AB sia molto notabile, fare che egli roda, ed abbassi il fondo, e dell'emissario B, e della palude nelle parti più vicine a questo, il che forse non farebbe l'orizzontale, ancorchè la materia sia capace di corrosione; onde atteso tutto ciò, si ponno grandemente variar gli effetti; e però avendo riguardo a tutte queste circostanze, si troverà forse nella pratica doversi per lo più preferire il canale inclinato, siccome lo preferisce il sig. Tommaso Narducci, dottissimo gentiluomo Lucchese nel suo trattato del paragone de' canali, comecchè in esso prenda per fondamento altre ipotesi alquanto diverse dalle nostre. E tanto più, perchè negli scoli delle pianure, le inclinazioni che si ponno, o si sogliono dare a' condotti, sono per l'ordinario così piccole, che il punto S, in cui il canale BE prolungato concorre colla superficie della palude LSA può essere così lontano dall'emissario, che il tratto SA, si stenda fino alle parti più rimote di essa palude. Anzi è da osservare, che quando si dasse caso, che il punto del detto concorso S cadesse più lontano da quel che sia l'estensione della palude, allora lo scolo per mezzo del canale inclinato, si renderebbe universale abbassandosi tutta la superficie innondante, non solamente sul primo aprirsi dell'emissario, ma per fino a tanto, che l'acqua incontrasse nel suo calare la retta prodotta EB nell'orlo del tratto ancora innondato, nè prima d'allora la superficie del canale si potrebbe far permanente, ma sempre porterebbe fuori più acqua, di quella che entrasse nella palude.

In tutto questo discorso si è preso per supposto, che nella palude influisca perpetuamente una quantità costante d'acqua. Che se niente ve ne entrasse (come accade in quelle paludi, che non hanno sorgenti vive, ma sono fatte dal ristagno di acque cadutevi dagli scoli d'altri terreni, che nell'estate punto non ne tramandano) allora siccome volendo darle scolo per un canale orizzontale il pelo dell'acqua stagnante perpetuamente si abbasserebbe, così lo farebbe ancora, se il canale fosse inclinato, salva la differenza accennata nella positura della superficie della palude, come avverte il Guglielmini nello scolio della detta proposizione 5.ª del libro 2.°, dovendosi sempre, e in ogni stato mantenere la proporzione dell'altezza variabile BA alla BM. E di qui ancora si può prender lume per giudicare di quello che accaderebbe, se la quantità d'acqua influente nella palude non fosse costante, ma variabile con qualche costante regola.

principalmente si deduce l'esistenza del dosso medesimo: *Perchè uno scolo goda di tutta la felicità possibile, conviene che il di lui pelo di acqua sia sempre orizzontale a quello del recipiente:* e ciò è incompatibile, colla caduta del fondo dell'alveo, e colla grande altezza viva dell'acqua che corre per esso; bensì *concorre a rendere il pelo medesimo, se non affatto orizzontale, almeno insensibilmente differente da esso, il togliere tutta la caduta al fondo del condotto, ed il darli tale latitudine, che per la soprabbondanza di essa, renda l'acqua quasi stagnante*, ed abbassata quasi sul pelo del recipiente: circostanza che toglie a questa quel grado di velocità, che per altro avrebbe ristretto che fosse l'alveo. Piuttosto adunque, *dal vedere l'acqua di uno scolo, seguitamente sino al suo termine, con poco moto si può arguire, ch'esso faccia il suo ufficio con felicità*, che dall'osservare in esso le acque assai veloci.

Io non voglio perciò negare, che la velocità dell'acqua in un condotto, non sia una condizione desiderabile, ed utile per mantenere espurgato il di lui alveo, o almeno per impedire, che l'interrimento non si faccia così sollecitamente; ma tale io l'asserisco solo nei casi, nei quali i fossi particolari hanno in esso tutta la caduta, che loro fa di mestieri, e ne avanza al condotto tanta che basti a smaltire l'acqua con gran velocità; altrimenti, *se la caduta del condotto*, come il più delle volte accade, *leva a' fossi quella che loro è necessaria, bisogna toglierla al primo, ed aggiungerla ai secondi, resti, o no veloce il corso dell'acqua del pubblico scolo*. Prescindendo da ciò, *torna sempre a conto di fare, che l'acqua del predetto scolo corra, il più veloce che sia possibile al suo termine*, acciocchè la velocità influisca in tenere più bassa la di lei superficie; *ciò si otterrà*, se si allontaneranno tutti gl'impedimenti; siano essi, o erbe nate nel fondo dell'alveo, che in luoghi simili sono solite crescere ben alte, e impedire col loro corpo, ristringendo le sezioni del condotto, ed in altra maniera la velocità all'acqua; o ponti; o lavorieri da pesche; o ripari; o simili; similmente, se lo scolo (quando le altre circostanze lo permettano) si porterà al suo termine per la più breve linea; se si toglieranno, quanto sia possibile le tortuosità; se lo sbocco dei fossi particolari entrerà a seconda della corrente, e generalmente, *se si terrà lontano tutto ciò, che serve di ritardo al corso dell'acqua*.

IV. *La terra escavata dal condotto* (siasi, o nella primiera costruzione di esso, o nelle reiterate escavazioni) *si porti, o si getti al largo, lontano dalla ripa del condotto*, acciocchè le piogge non ve la riportino dentro; e per la stessa ragione *bisognando regolarla in argine, si procuri che la scarpa di esso verso il condotto, sia poco declive, e tale sia anche quella dell'escavazione*.

V. Rispetto alla *larghezza degli scoli*, è certo, che *quanto sarà*

maggiore, tanto sarà migliore; si dee però avvertire di non consumare inutilmente il terreno; particolarmente nei casi, nei quali la caduta dei terreni può admettere minore la larghezza, e collo stesso beneficio: ma negli *scoli che sono muniti di chiavica, le fosse deono essere tanto larghe, che possano contenere, occorrendo, coll' aiuto dei fossi delle campagne, tutta, o la maggior parte dell' acqua, che può piovere nel tempo nel quale* regolarmente *suol stare serrata la chiavica.*

VI. Nell' elezione del luogo nel quale si *deono fabbricare le chiaviche,* si dee avere una particolare avvertenza; poichè debbono farsi *in tale distanza dal fiume, che la corrosione non possa avanzarsi a scuotere i di lei fondamenti;* altrimenti si sarà in pericolo di perdere in breve tempo l' uso di essa, e di obbligare gl' interessati alla spesa di nuova fabbrica; *non dee però detta distanza essere soverchia;* attesochè interrendosi ad ogni piena del fiume recipiente, quando sia torbido, il canale che dalla chiavica va al labbro del fiume, rendesi maggiore la spesa dell' escavazione, quanto più il detto canale è lungo. In oltre *dee lo sbocco di detto canale, secondare colla sua direzione la corrente del fiume,* e non mai terminare in un alluvione, per la ragione allegata. Quindi è, che bisogna talmente attemperare le cose che si uniscono insieme la sicurezza delle chiaviche, e la minore spesa possibile per l' escavazione del canale che sta avanti di esse.

Quanto al maneggiare le medesime, non vi ha dubbio, che le regole dipendono dalla pratica, e dalla esperienza degli effetti, sì del fiume, nel quale esse sboccano, sì del condotto il quale da esse è terminato: generalmente però si può dare per regola, che *le chiaviche debbano stare aperte, ogni volta che l' acqua del condotto è, o sarebbe, chiusa che fosse la chiavica, più alta di quella del fiume; e sempre serrata, quando quella del fiume è più alta di quella del condotto;* perciò può darsi il caso che un fiume corra con una piena altissima, e non ostante restino aperte le porte delle chiaviche; all' incontro debbano restar chiuse le medesime in una piena mezzana; perchè se nel primo caso il condotto porterà acqua abbondante, potrà la di lei altezza pareggiare, ed anco superare quella della piena; ma nel secondo, può essere l' acqua dello scolo così scarsa, che la piena mezzana la superi di molto, nell' elevazione della superficie.

Serve anche per regola universale la seguente, cioè *se l' interrimento fatto nel canale esteriore alla chiavica, cessando la piena, resta più basso che il pelo dell' acqua ritenuta nel condotto interiore;* purchè in tale stato si possano aprire le porte, *basta dar esito all' acqua del condotto;* poichè questa coopererà ad escavare, o totalmente escaverà col suo corso l' interrimento di detto canale; tanto più ch' egli

suol essere facile ad essere levato, quando non sia ancora stato asciugato dal Sole; poichè in tale stato suol essere, per così dire, di natura mezzana fra l'acqua, e la terra. All'incontro *restando l'interrimento più alto del pelo dell'acqua interiore alla chiavica, conviene escavare manualmente un picciolo fossetto, e profondarlo tanto, che alzata che sia la porta della chiavica, possa correre per esso l'acqua trattenuta*, ed attendere che col beneficio, o del solo corso dell'acqua, o d'aiuto aggiuntovi, si levi il restante dell'interrimento; avvertendo sempre, che ciò che si conosce non potere ottenersi dalla sola forza dell'acqua, si dee impetrare dalla fatica degli uomini.

VII. Hanno gli scoli le loro piene *in tempo di piogge*, e correndo ristretti fra le ripe, *può essere che il corpo d'acqua di essi tanto si elevi, che possa sormontare le sponde nei siti inferiori:* in tal caso *è necessaria la difesa degli argini* per impedire le innondazioni; ma i medesimi difficultano l'uso dello scolo ai terreni contigui, quindi fa di mestieri, che *questi abbiano uno scolo particolare, e in niuna maniera comunicante col primo; o pure* dovendo essi scolare in questo, che *si provveda di chiaviche da chiudere in tempo di piena, e da aprirsi dopo che sarà cessata*. Può anche darsi il caso, che se il condotto principale entrerà senza chiavica in un fiume, gl'interrimenti fatti dai rigurgiti di questo, non pregiudichino già allo scolo de' terreni superiori; ma bensì a quello dei terreni inferiori, e riesca troppo dispendioso il levarli ad ogni piena; allora *se vi sarà luogo più idoneo, non torna conto di sboccare lo scolo minore nel maggiore*, ma bensì di portarlo ad altro termine più basso; e sebbene qualche volta osta l'andamento del medesimo scolo maggiore, il quale interseca la strada che dovrebbe fare il minore; nulladimeno *si può per via di botte sotterranea, far passare l'acqua sotto il di lui fondo, ed incamminarla a luogo conveniente*, come ordinariamente si pratica nei casi simili, e quando i terreni sono così bassi di superficie, che richiedono per lo scolo delle acque proprie, maggiore bassezza alla foce del condotto.

Giacchè l'occasione ha portato di avere a far menzione delle botti sotterranee, non sarà fuori di proposito di aggiugnere, per compimento di questa materia, qualche considerazione intorno di esse. Non è cosa nuova, che due corsi di acqua s'intersechino, l'un l'altro, senza mischiarsi insieme di sorte veruna; e siccome procedono da diverse parti, così si portino dopo l'intersecazione verso parti contrarie. Ciò s'osserva frequentemente nei canali d'irrigazione, che bagnano quasi tutta la Lombardia; e nei condotti, pure di scolo, che tengono essiccata gran parte del Ferrarese, del Polesine di Rovigo, e del Padovano. Si pratica ciò col far passare un canale sotto, o sopra di un altro, facendogli un alveo separato, o di muro, o di legname,

per lo quale si porti da una ripa all'altra del canale che si traversa. (1) Se tale fabbrica si fa in maniera, che possa servire di alveo ad un canale, che passi sopra dell'acqua di un altro, il quale scorra per un alveo di terra, ella si chiama *ponte-canale*; perchè per l'appunto fa l'ufficio di ponte, ed insieme quello di canale; ma se la medesima fabbrica porterà l'acqua sotto il fondo di un altro fiume, o canale, che pure abbia l'alveo suo formato di terra, allora si chiama *botte sotterranea*.

I ponti canali sono di due sorti; poichè, o essi sono così elevati sopra il pelo del canale, sopra del quale passano, che il detto pelo, nè anche in tempo di piena arriva a toccarli; o pure così poco, che o in tempo di piena, o sempre, si faccia del ristagno dalla parte superiore. Sopra dei primi cadono poche considerazioni: solo si dee avvertire, che la loro altezza non pregiudichi alla caduta necessaria alla parte superiore del canale che dentro vi corre, e che perciò non obblighi a soverchie, e replicate escavazioni; buona regola perciò sarebbe, *che il loro fondo si accomodasse alla cadente naturale del fondo di esso canale*; perchè situandolo alla prima più basso, si leverà la caduta alla parte inferiore, e perciò succederanno deposizioni, che obbligheranno a fare nuovo alzamento di sponde, o pure a mantenere scavato l'alveo predetto; e facendolo più alto, si faranno interrimenti nella parte superiore, e nella inferiore vi sarà una cateratta, che col corso troppo veloce dell'acqna potrà mettere in pericolo la fabbrica; ben è vero, che in tali casi, nei quali per lo più i canali sono piccioli, le cadute sono altresì difettose, e l'escavazione supplisce ad ogni cattivo effetto. Ma se si dovesse praticare tale artificio in fiumi grandi, sarebbe necessaria ogni maggiore avvertenza, e si dovrebbe anche considerare ciò che potesse succedere, quando per alcuno di quelli accidenti, dei quali non manca l'incertezza delle cose mondane restasse, o deteriorata, o distrutta la fabbrica del ponte-canale; che mezzi potessero tenersi nella di lui riedificazione, o ristorazione; a qual parte si dovesse nel tempo dell'operazione divertire il fiume, onde si avesse a ricavare il denaro; e se l'enormità della spesa necessaria, per eseguire simili intraprese, avesse in contrapposto quell'utile ch'ella merita. Quindi è, che *le fabbriche di tal sorte non si vedono in uso, che per acque mediocri, e per lo più chiare*, circa le quali non sono necessarie tante cautele.

I ponti-canali poi, i quali col loro fondo arrivano a toccare la

(1) Quelli che l'autore chiama in questo luogo *ponti canali* sogliono eziandio in Toscana chiamarsi *ponti a fiume*, e quelle che egli denomina *botti sotterranee*, altri dicono *trombe*, o *chiaviche sotterranee*.

superficie dell'acque del fiume che traversano, oltre le predette riflessioni, addimandano la ponderazione degli effetti che ponno succedere nel fiume inferiore, i quali *quando veramente non succeda ristagno d'acqua, non saranno differenti da quelli che fa un ponte ordinario*, dei quali abbiamo avuto discorso nel *cap. VII.* ma quando faccia ristagno, cioè quando la superficie dell'acqua del fiume inferiore sia obbligata a causa dell'impedimento incontrato, ad elevarsi nella parte superiore al ponte canale, più della di lui apertura; allora secondo la diversa velocità dell'acqua, nasceranno effetti diversi; poichè *in ogni maniera l'acqua impedita vorrà farsi davanti al ponte, quell'altezza che può essere sufficiente ad acquistare tanta velocità da passare tutta per lo vano del ponte medesimo;* e perchè trovandosi l'acqua molto veloce, per causa dei gradi di celerità acquistati nella discesa, non accresce a se medesima nuova velocità per poca altezza d'acqua sopraggiunta; può darsi il caso che questa si faccia tanto grande, che sormonti le ripe, o l'ostacolo del ponte-canale; e con ciò, o trovi altra strada al suo corso, o renda inutile, ed anche rovini la fabbrica di esso. *Ordinariamente* però, ciò non accaderà, ma *acquisterà l'acqua tale altezza, che potrà passare per lo vacuo del ponte*. Ben è vero, che accrescendosi con questo mezzo la velocità dell'acqua medesima, *se il fondo del canale inferiore non avrà una soglia stabile, si formerà un gorgo sotto il ponte, che potrà mettere in pericolo i fondamenti di esso;* i quali perciò, nell'ideare la fabbrica del medesimo, si deono determinare molto profondi, ad oggetto di prevenire il pericolo. È superfluo il motivare, che *la larghezza di queste fabbriche, non dee essere minore di quella dell'alveo ordinario del canale*, che dee passare per esse, e che *la loro lunghezza non dee estendersi, solamente per tutta la larghezza del fiume inferiore, ma molto più*, col fine d'impedire, che l'acqua del canale superiore, o trappellando per li pori della terra, o rodendo da alcuna parte le proprie sponde, non si faccia strada, o non si apra una foce nelle sponde dell'inferiore; e perciò *nei fiumi, le corrosioni dei quali non sono facili da impedire, l'esito dei ponti canali è incerto*, non avendosi sicurezza, ch'essi debbano sempre andare ad imboccarli.

Simboleggiano coi ponti-canali di quest'ultima sorte (*vedi le fig.* 55. e 56.) *le botti sotterranee;* poichè queste *non sono altro, che il vano che lasciano essi sotto di loro, fortificato con fabbrica di muro o di legno:* queste pure sono di due sorti, cioè, o col fondo piano, o col fondo concavo: le prime di nuovo si dividono, perchè, o l'acque passano per la botte liberamente, e senza essere trattenute, o pure con ristagno. *Le botti libere traversano il fiume, o canale superiore per di sotto, senz'alcuna variazione nel corso dell'acqua del canale inferiore*, ma dee avvertirsi, che non ponno aver luogo, che in caso di

traversare un fiume, il fondo del quale sia molto elevato sopra quello del canale che passa per esse; ed *è necessario, che la differenza delle cadute addimandate dall' uno, e dall' altro canale, per condursi al suo termine, sia almeno tanta quanta dev' essere l' altezza della botte, compresa la grossezza del volto di essa; e la caduta sia maggiore nel canale superiore;* altrimenti, parlando di acque, che interriscano gli alvei proprj, (1) o la botte muterà natura, o si renderà inutile in breve tempo. *Le botti ristagnate* poi *producono quegli effetti che* di sopra *abbiamo detto succedere, quando l' acque che passano sotto i ponti canali, fanno del ristagno,* ed a questo si dee avere riguardo nel munire di argini il canale dalla parte di sopra. Finalmente *le botti che hanno il fondo concavo, sono del genere di quelle che hanno necessario il ristagno;* e si praticano nei casi, nei quali si deono traversare fiumi, o canali più bassi di fondo di quello permetta la cadente del canale che dee passare per la botte; poichè *se il canale traversato esigerà caduta minore di quella che addimanda il canale traversante, bisognerà che questo si passi sopra per un ponte-canale; o non potendo* (come quando la differenza di dette cadute è minore del corpo d' acqua, che porta il canale traversato) *passi sotto il di lui fondo, ma per una botte concava,* dentro la quale discendendo l' acqua dalla parte superiore, risalti poi, e torni fuori a forza d' equilibrio nella parte inferiore, dove trovando un alveo proporzionato, s' incammini per esso al suo viaggio. *L' acqua* che corre per botti di questa sorte, s' ella *è perenne, bisogna che le mantenga sempre piene;* perchè è necessaria la continuazione dell' acqua, e la resistenza delle sponde, acciò la forza dell' equilibrio possa operare; anzi *le parti interiori tutte della fabbrica patiscono dall' acqua medesima, una spinta considerabile, che rendesi maggiore, quanto più grande è la saetta della concavità,* cioè a dire, quanto più la medesima botte resta profonda; quindi è, che nel destinare le grossezze dei volti di essa, bisogna avere riflesso alla forza, alla quale deono resistere; ed abbondare piuttosto, che mancare nella robustezza, e buona costruzione del lavoro, attesa la difficoltà, che si può incontrare nell' avere di nuovo a porvi le mani a cagione, sì del canale che vi passa sopra, sì di quello che dentro vi dee scorrere. *Le botti concave non ponno servire per acque che portino sassi, o ghiare,* perchè queste materie non trovano già difficoltà veruna ad entrare in esse; ma ne incontrano molta all' uscirne, che si rende loro difficile, se non impossibile, contrastando al rimontare in alto la gravità delle medesime: quindi è, che in tali circostanze riempiendosi, si chiude il passaggio all' acqua, e la botte cessa dal suo

(1) Cioè a dire: di botte libera che era, diverrà botte ristagnata.

ufficio; lo stesso fanno, ma in più lungo spazio di tempo, l'acque che depongono de' tartari da' lati de' condotti che le portano; e perciò bisogna esaminare la natura dell' acqua prima d' intraprendere il lavoro.

Gli effetti sono di dare il passaggio assai buono alle acque da una parte all' altra del fiume che traversano, quando anche portino materia limosa; perchè questa restando incorporata all' acqua, seguita con facilità i moti di essa; e cessando il corso, può ben deporsi il limo; ma restando bagnato dall' acqua continua, che resta stagnante nel concavo della botte, è facile a solevarsi di nuovo, e ad uscirne al primo corso d' acqua che sopravvenga. Maggiore difficoltà s' incotrerà nelle materie arenose, che ponno essere di differente peso, e grossezza; delle quali perciò, altre usciranno con facilità, altre con difficoltà, ed altre di niuna maniera; dipendendo ciò dalla proporzione, che ha la forza dell' acqua alla resistenza della materia, che da essa dev' essere trasportata; per determinare la forza dell' acqua, serve molto l' osservazione della differenza del livello de' peli d' acqua, tanto all' entrare che all' uscire dalla botte; poichè, *se il pelo dell' acqua che entra, sarà orizzontale con quello dell' acqua che esce* (come succede, quando i fondi del canale superiore, ed inferiore, sono nella cadente medesima, e l' acqua non riceve impedimento veruno all' entrata) *eguale sarà la forza dell' acqua da una parte, e dall' altra della botte*; ma *se l' acqua avrà il pelo più alto all' entrare, che all' uscire dalla botte, allora maggiore sarà la forza dell' acqua che esce*. La resistenza poi della materia che dee essere trasportata, si varia dalla mole, e gravità de' piccioli rottami di essa; e quando non possa essere solevata, ed incorporata all' acqua, come succede alle arene più grosse, si varia in più modi la resistenza di queste, secondo la diversa inclinazione del piano, sul quale deono scorrere; quindi è, che *la diversa concavità della botte contribuisce molto, o a lasciare uscire, o a trattenere le materie pesanti*, essendo certo, che la medesima molecola di arena, potrà essere trasportata da una forza determinata per un piano poco acclive, e non potrà essere spinta un pelo dalla forza medesima, accrescendosi l' acclività. Tutto ciò fa conoscere, che l' uso delle botti sotterranee particolarmente di quest' ultima spezie, si estende poco più oltre, che a piccioli canali, che portino acque chiare, come sono gli scoli delle campagne, e simili; e che i ponti-canali a poco altro servono, che ai canali regolati, o ai piccioli fiumicelli temporanei, i quali poco importa, se siano torbidi, o portino materia ghiarosa, purchè il fondo del ponte-canale sia accomodato alla naturale cadente di essi.

Ritornando alla materia degli scoli, resta da determinare un punto, che suol cagionare molte volte dispareri ben grandi fra quelli, che si credono interessati in un pubblico condotto; ed è, *se sia meglio unire*

tutte l' acque di una ragione, o tratto di paese in una sola fossa di scolo, o pure dividerle, mandandole per diversi condotti al loro termine. Noi abbiamo detto nel *Cap. IX.* parlando dell' unione di più fiumi insieme, che quanto maggiore è il corpo d' acqua che corre per un fiume, tanto maggiormente si profonda il di lui alveo, e tanto più s' abbassa la di lui superficie nelle massime piene; se questa dottrina si potesse applicare agli alvei degli scoli, sarebbe decisa la quistione, a favore dell' unione di tutte le acque in un solo condotto; ma in fatti ella non è applicabile; perchè parlando di fiumi, s' intende che abbiano gli alvei stabiliti, e non possano elevarsi per deposizione di materia, il che non succede negli *scoli*, che *hanno sempre* dall' escavazione manuale *declività minore di quella, che richiede l' unione delle loro circostanze*; non mantenendosi adunque gli scoli escavati a forza di corso di acqua, nè meno può l' acqua aggiunta, se non sia quella di un fiume ben grande, accrescer loro il profondamento dell' alveo; e perciò *converrà, che quanto maggiore è il corpo di acqua che scorre per esso, tanto più alto sia il di lei pelo*; e per conseguenza *può darsi il caso, che pregiudichi allo scolo de' fossi particolari*, che *deono avere l' ingresso nell' alveo medesimo*. Si dee dunque avvertire all' alzamento del pelo, che ponno fare nel condotto tutte le acque unite; e quando esso resti in istato di non rendersi nocivo a veruno, *quante più acque si uniscono, tanto è più utile*; perchè, oltre il consumare meno di terreno, e il non intersecare la campagna con tanti condotti, si uniscono altresì più borse in un solo interesse, cioè alla manutenzione dell' alveo dello scolo, che riesce meno dispendiosa a' particolari. Bisogna adunque, *quando si tratta di aggiungere nuova acqua ad un condotto di scolo, nè subito rigettare la proposizione, nè subito approvarla, ma bensì ponderare gli effetti che ne ponno succedere*; e rinvenuti, mettere in bilancia i vantaggi, ed i pregiudicj che se ne ponno ricevere; e secondo la prevalenza, o degli uni, o degli altri risolversi, o ad ammettere la proposizione con equità, o a riggettarla con giustizia; e quando la disposizione della legge obblighi la parte inferiore a ricevere le acque, tutto che nuove, della superiore, anche con pregiudicio, pensare a que' ripieghi che ponno togliere, o almeno sminuire il danno, fra i quali non ha picciola parte la dilatazione dell' alveo del condotto.

Circa l' elezione dei luoghi, per li quali si deono far passare le fosse di scolo, abbiamo detto di sopra essere essi, per lo più indicati dalla natura, col fare da se la strada allo scarico delle acque; e perciò non è alle volte, troppo sano consiglio, col motivo di abbreviare la linea dello scolo, mutargli situazione; perchè i terreni più bassi, restando in sito lontano dal condotto, può essere, che cominciano a patire di scolo. È però certo, che in parità di circostanze, la linea

retta è sempre da preferirsi alla curva; ma sopra ciò non si può dare regola veruna, dipendendo l'elezione del luogo per lo scolo, da molte condizioni, che debbono osservarsi sul fatto.

CAPITOLO XII.

De' canali regolati, e delle regole più principali da osservarsi nella derivazione di essi.

Si pratica, appresso i popoli più industriosi, di derivare dai fiumi maggiori qualche porzione di acqua, che serva a varj usi degli uomini; cioè, o alle irrigazioni; o alle navigazioni; o a far muovere edificj diretti a diverse sorti di lavoro; o a fontane; o ad altro; in tali derivazioni però, se non sono ben maneggiate, s'incontrano frequentemente delle difficoltà, e ne nascono molti pregiudicj; e questa è la ragione, per la quale abbiamo creduto di dovere in questo capitolo separatamente discorrerne.

Sono tali acque derivate, dette *canali regolati;* perchè nei loro alvei, per lo più, è così regolata l'introduzione delle acque, che ad ogni volontà di chi li regola, ponno esse, e sminuirsi, e affatto togliersi; senza di che equivalerebbero ad un ramo, o braccio di fiume naturale; e in tal caso non potrebbero dirsi regolati, simbolizzano, nulladimeno, i canali regolati coi rami dei fiumi, quali ricevono l'acqua dal loro tronco principale, per sola regola di natura, ed hanno, secondo il più, ed il meno, le proprietà del fiume, dal quale si partono; onde è, che per intendere la natura dei canali regolati, è d'uopo di ben intendere, prima quella dei rami dei fiumi.

Si dee adunque osservare, *che ad effetto, che questi si mantengano, si richiede eguale caduta nell'uno, e nell'altro di essi; egualmente spedita l'introduzione dell'acqua nell'imboccatura dei medesimi; eguali le resistenze nelle ripe, e particolarmente nel fondo degli alvei, ed in fine, eguali tutte le circostanze che ponno, o accrescere, o conservare, o ritardare le velocità dell'acqua che scorre per essi*; dall'egualità delle quali cose si forma un esatto equilibrio, al quale succede una perpetua conservazione dei rami, nei quali si divide il tronco primario di un fiume. Può però darsi il caso, che si abbia l'equlibrio delle circostanze; e per conseguenza, che si mantenga il corso del fiume per li suoi rami, senza che le medesime siano eguali ad una ad una, purchè il difetto della prima sia compensato coll'eccesso della seconda: essendo certo, appresso i geometri, che dalle proporzioni reciproche si compone la proporzione di egualità.

Ponno anche conservarsi i rami di un fiume, presso a poco, nello stato medesimo, per cagione di un continuo sconcerto del sopraccennato equilibrio, purchè la prevalenza delle condizioni si permuti a

favore, ora dell'accrescimento, ora del decrescimento dal ramo medesimo; poichè *allora le cose si mantengono, a un dipresso, nell'istesso stato, quando continuamente, e per brevi intervalli di tempo, crescono, e calano, librandosi per così dire, attorno il termine di mezzo, che è quello che sta tra il massimo accrescersi, ed il massimo diminuirsi*. Ciò nei fiumi, il più delle volte, *succede per la diversa direzione dell'imboccatura*, la quale, secondo ch'è più favorevole ad un ramo, che all'altro fa entrare maggior corpo di acqua nel primo, che nel secondo, il che contribuisce alla di lui escavazione, e dilatazione; ma cambiandosi, come molte volte avviene la direzione del filone, e voltandosi all'altra parte, ne segue, che il ramo, il quale pareva tendesse all'essere abbandonato dal fiume, di nuovo lo riceva abbondantemente; e l'altro, che correva gonfio, ritorni alla sua primiera debolezza. Per altro, quando in un ramo vi sono impedimenti stabili, e nell'altro perpetua felicità di corso; in una parola, quando un ramo gode continuamente delle condizioni più vantaggiose al di lui corso, alla di lui dilatazione, ed escavazione, nè mai si viene all'equilibrio, colle condizioni dell'altro; (1) è necessario, che il medesimo assorbisca, col tempo, tutta l'acqua del fiume, e che l'altro ramo sia interamente abbandonato, particolarmente in caso di acque torbide, le quali, illanguidendosi il moto, interriscono il proprio letto: ho detto *particolarmente in caso di acque torbide;* perchè, essendo le acque portate dal fiume in ogni tempo chiare, ponno, per molti altri capi, mantenersi nel medesimo diversi rami, i quali tutti portino acqua in diversa proporzione, senza considerabile alterazione, da un tempo all'altro, come succede nei canali d'irrigazione, e simili.

Quando dunque si vuole derivare l'acqua da qualche fiume, *è necessario* per prima regola *di superare in qualche maniera la forza*,

---

(1) Il caso di cui qui si parla, accadde nel Pò grande verso il mezzo del secolo sesto decimo, intorno al qual tempo egli venne assorbendo tutta l'acqua, che prima soleva entrare col maggior corpo nel Pò di Ferrara, per modo che cominciò questo a non riceverne più alcuna parte, fuorchè nelle somme escrescenze, e ciò dopo essersi mantenuti amendue i rami ben quattro secoli in quell'equilibrio, di cui qui si ragiona. A togliere un tale equilibrio, potè per avventura concorrere l'introduzione delle acque del Reno, che poc'anzi si era fatta nel Pò di Ferrara in un punto diverso, e alquanto inferiore a quelli, per li quali prima vi soleano entrare, ora congiunte, ora disgiunte dal Panaro, mentre rivolgendosi le torbide del Reno in acqua bassa del Pò a scorrere verso il punto della diramazione di questo (come dall'autore si è detto dover succedere, e da noi si è avvertito nell'annotazione 8 del capo 10) era forza che si rovesciasse la pendenza del Pò di Ferrara, e quanto più in giù era il punto dello sbocco del Reno, tanto più alto dovea farsi il ridosso gittato da esso per rovesciare la detta pendenza, e tanto più difficultarsi l'ingresso all'acqua del Pò. In tal senso, e non altrimente può esser vero, che il Reno arenasse il Pò di Ferrara.

colla quale esso corre per l'alveo proprio, acciocchè possa prendere strada diversa, il che nei fiumi incassati difficilmente, negli arginati facilmente si conseguisce; posciachè in questi il continuo sforzo, che fa contro le sponde l'altezza dell'acqua, serve per principio efficiente a farle prendere altra direzione; (1) e basta tagliar l'argine, perchè l'acqua n'esca, e s'introduca dove si vuole, come abbiamo detto, parlando delle rotte dei fiumi. Quindi è, che se avanti l'incisione dell'argine sarà stato preparato un canale proporzionato, che abbia sufficiente caduta al suo termine, l'acqua uscita dal fiume comincierà a correre per esso, e vi si manterrà, incontrandovi il predetto equilibrio di circostanze; e perdendosi, converrà ricuperarlo coll'arte. *Non è però sicuro il fare la sola incisione dell'argine*, attesa la facilità, colla quale gli argini sono corrosi dal corso dell'acqua, particolarmente in quei luoghi, dove il fiume si divide in più rami; e perciò *egli è necessario fortificare le parti laterali dell'incile con fabbrica di muro, e di costruzione simile a quella che si pratica nelle chiaviche*, che servono agli scoli, alla quale applicandosi delle porte, o cateratte di legno, potranno queste servire, per regolare l'introduzione dell'acqua che si riceve, a misura del bisogno, e sforzare la soprabbondante a correre per l'alveo del fiume.

In caso, si desideri l'acqua in tempo ch'ella è bassa, è necessario che *le soglie di queste chiaviche restino inferiori al pelo basso del fiume;* ma volendosi solo in tempo di piena, si deono fare più alte. *E quando le medesime chiaviche*, o tagli di argine, *avessero a servire per diversivi*, diretti al fine di dare sfogo, o respiro alle acque del fiume, *bisogna porre le soglie a quell'altezza, che si può credere necessaria all'intento desiderato*. In proposito però di *questi diversivi*, è da riflettersi quì al *poco utile* che *apportano*, come avvisa il Castelli *al corollario* 13, e come può dedursi da ciò, che noi abbiamo detto di sopra al *cap.* 9 attesa, sì la poca acqua che scaricano, in proporzione di tutta quella del fiume; sì la poca altezza che levano da quella, che senza di essi farebbesi nell'alveo del fiume medesimo; sì l'interrimento degli alvei, che succede al di sotto dei diversivi; sì il pericolo, a cui si soggettano le campagne contigue all'alveo, per lo quale debbono scorrere le acque divertite; sì finalmente la perdita del terreno, che viene occupato dal medesimo: perciò, a titolo di dare scarico all'acqua di un fiume, di rado accaderà, particolarmente nelle pianure, che i beneficj di uno di questi diversivi, meritino la

(1) Il taglio dell'argine si dee intendere continuato anche più abbasso nella golena, quando s'intenda di derivar dal fiume anco l'acqua bassa, ed anco se si vuole per fino al fondo.

spesa di fabbricarlo. Ma se la diversione sarà fatta, anche per altri fini, come per rendere facile il commercio delle parti di una provincia, mediante la navigazione, o per altri usi egualmente profittevoli; potranno simili diramazioni essere utilmente praticate, come si vede nel Polesine di Rovigo, ove la moltiplicazione dei canali, derivati dall'Adige dalla Serenissima Repubblica di Venezia, rende non mediocre vantaggio a quei popoli.

Dai fiumi incassati è ben più difficile fare delle diversioni, particolarmente quando le sponde sono alte, e superiori al bisogno del fiume, e che il termine al quale si vuole condurre l'acqua, è più alto del pelo del fiume medesimo. In tal caso *è necessario cercare nelle parti superiori del fiume un sito tant'alto, che da esso possa l'acqua scorrere al sito destinato; e* molte volte è necessario *traversare tutto l'alveo con qualche fabbrica* di muro, o di legname (che volgarmente si chiama chiusa, o pescaia; e da altri, a riguardo della caduta di acqua che vi succede, si dice ancora cateratta) (1) *affine di elevare il pelo dell'acqua, tanto che possa entrare nel canale preparato per la di lei condotta*. Si vedono simili macchine fatte per diramare canali ad uso delle città ec. quasi in tutti i fiumi, a riserva dei reali (dentro l'alveo dei quali è difficile, se non affatto impossibile il fabbricarle) e fanno degli effetti, che meritano una particolare considerazione.

(1) L'intendimento, e il bisogno che si ha in simili occasioni di alzare precisamente il pelo dell'acqua, e non il fondo del fiume, ma siccome, ove questo sia torbido, è inevitabile, che di sopra alla chiusa si riempia di terra fino al livello della cresta, o ciglio della medesima (come si nota nel paragrafo seguente) così dalla chiusa nasce necessariamente oltre quella del pelo anche l'elevazione del fondo. Si può nulladimeno sfuggir questa, fabbricando delle chiuse amovibili (di struttura simile alle porte de' sostegni di navigazione, de' quali si parla più sotto) le quali tenendosi serrate solamente in tempo di acque basse, e chiare non danno luogo alle deposizioni, e per tal modo si derivano utilmente a diversi usi l'acque de' fiumi, e quando se ne voglia solamente parte, e non tutta si lascia nel sostegno una luce a cui si appongono sportelli, o tavole per renderla ora più, ora meno ampia, e con ciò regolare la quantità che s'intende di cavar fuori. L'istesso si può ottenere attraversando il fiume con un argine di terra, con lasciarvi solamente accanto ad una delle sponde un'apertura munita con regolatore di muro, e tenendo l'argine di tanta altezza che possa venir sormontato, e portato via dalle fiumane per rifarlo, ove queste siano cessate; nel che tuttavolta è da aver gran riguardo al gonfiamento, che necessariamente ne nasce nel tratto superiore del fiume, quando l'argine resista alle mezzane escrescenze, che può essere di ristagno agli scoli che entrano nel detto tratto, e anco portar pericolo di trabocchi; ed oltre ciò si ponno fare tali posature di terra di sopra all'argine che porti qualche elevazione di fondo, la quale poi non sì facilmente si rimova, e si sgombri nelle piene maggiori, ancorchè di queste l'argine venga demolito. Vedi oltre ciò quello che abbiamo detto di sopra nell'annotazione quattordicesima del capo 7.

I. Primieramente, edificata che sia una di queste cateratte, negando ella il passaggio all'acqua del fiume, è d'uopo, che questa si elevi, e riempia tutto il tratto dell'alveo superiore, che sta sotto il livello della soglia, o sommità di detta cateratta, formando con ciò uno stagno di acqua, a modo di un laghetto, la cavità del quale in breve tempo, sarà riempiuta di materia portata dal fiume, cioè di sassi, arena, terra, e simili; e con ciò *alzandosi il letto del fiume, sino all'altezza della chiusa, darà* altresì *occasione ad un simile, e proporzionato alzamento nelle parti superiori dell'alveo medesimo*.

II. *Nelle parti inferiori di detto alveo, non si altera* per ciò *la situazione del fondo*, quando esso altramente sia stabilito, e non si dia luogo ad alcuna di quelle cause, che sono proprie per fare elevare il fondo dei fiumi, come sarebbe la costruzione di qualche altra chiusa più al basso; il prolungamento della linea dell'alveo ec. E ciò è assolutamente vero, quando *la chiusa* non serva a cavare acqua dal fiume; ma *se* la medesima *sarà destinata a quest'effetto, sarà altresì necessario, che* ogni volta che l'acqua derivata, abbia alla rimanente una sensibile, e considerabile proporzione, *il fondo del fiume inferiore alla chiusa si elevi*; posciachè, non alzandosi più in tal sito le piene alla misura di prima, richiederanno queste maggiore declività di fondo per non deporre la torbida ec. e non avendola, dovrà elevarsi l'alveo sino ad acquistarla; per altro, *essendo insensibile la proporzione delle acque predette* (come per lo più succede, e come si è detto dovere succedere, parlando dei diversivi) *insensibile* parimente *sarà l'effetto dell'alzamento del fondo al di sotto della chiusa*, nel qual sito, a cagione della caduta dell'acqua, si farà immediatamente un gorgo, e poscia un dosso composto della materia più pesante, che porti il fiume in quel sito, dopo del quale si disporrà il fondo a quella cadente, ch'è dovuto alle cause, e circostanze del fiume. Questa osservazione facilissima da farsi nei siti delle cateratte, fa assai ben conoscere che *lo stabilimento de' fondi degli alvei, non ha alcuna correlazione al principio del fiume; ma* bensì in gran parte *allo sbocco del medesimo*.

III. *Se il fiume prima della costruzione della chiusa porterà ghiara*, per qualche tratto di sotto al sito di essa; *non lascerà di portarla, dopo che la chiusa medesima sarà edificata, sino al termine di prima*. Posciachè, ristabilito il fondo nella parte superiore alla chiusa, tornerà col tempo alla primiera declività, e il fiume ripiglierà il suo antico genio di portare materia, simile a quella di prima; e non essendo sensibilmente alterato il fondo inferiore, questo ne permetterà l'avanzamento sino al luogo, per altro destinato dalla natura. S'ingannano perciò quegli che pretendono, colla costruzione delle chiuse, di trattenere le ghiare, ed i sassi dentro i valloni delle

montagne, e negli alvei dei torrenti, e con ciò d'impedire l'alzamento dei fondi dei fiumi, dentro dei quali hanno sfogo i torrenti medesimi; poichè sebbene con tal'arte si fosse per ottenere qualche parte del fine, che si prende, non se ne potrebbe pertanto sperare quanto bisogna; attesochè non si tratterebbe fra le montagne altra ghiara, se non quella che potesse capire nel vano delle chiuse; (1) o che potesse derivare dalle falde dei monti, le quali restassero sepolte dentro gl'interrimenti, come più basse della nuova cadente di fondo, acquistata dal torrente dopo la costruzione della chiusa.

IV. Non ostante, che *nella edificazione della chiusa, si abbia l'avvertenza di non fare la di lei sommità, o soglia superiore a livello, ma più bassa verso la bocca del canale, che ha da ricevere l'acqua* (e ciò affine di mantenere il corso della medesima da questa parte, e di tenere il fondo del fiume più basso della sommità della chiusa), è però così incostante il corso dei fiumi, che corrono in ghiara, che alle volte, volgendosi questi dalla parte opposta, formano dossi in faccia all'imboccatura del canale, e vanno a sormontare la chiusa nelle parti lontane, tuttochè più alte; nel qual caso *elevandosi il fondo del fiume ad altezza eguale a quella del piano superiore della chiusa, non serve più ella a spingere l'acqua nel canale*. A questo effetto può ancora concorrere l'interrimento del canale medesimo, che il più delle volte non avendo caduta sufficiente a portar ghiara, procura colle deposizioni di farsela; e con ciò concorre all'otturamento del proprio incile, ed al rivoltarsi dell'acqua del fiume ad altra parte.

Quest'apparenza ha fatto credere ad alcuni, che l'alzamento del fondo dei fiumi si faccia continuamente maggiore, e senz'alcun termine limitato dalla natura; e che perciò sia necessario d'alzar di tempo in tempo le chiuse, perchè facciano il loro ufficio di spingere l'acqua nei canali laterali. Ma se si avverte, che la natura della chiusa, non è che di fare sollevare il fondo del fiume sino al pari del suo piano (come farassi manifesto, dovere succedere, se c'immagineremo

(1) Parmi che al caso quì considerato dall'autore un altro se ne possa aggiugnere, ed è quando col rialzamento del fondo del torrente prodotto dalla chiusa venisse a restar sepolta qualche falda di monte così dirupata, e quasi tagliata a piombo, che a cagione appunto di tal sua costituzione si andasse ribassando anco la parte superiore, benchè di pendenza più dolce, e con ciò venissero sciogliendosi, e calando abbasso (specialmente a' tempi delle piogge) i sassi superiori, che per altro non scenderebbero giù per quel moderato declivo. Allora è manifesto, che l'alzamento del fondo del torrente, togliendo il dirupo, e servendo di ricalzo alla parte superiore del monte, non pure tratterebbe i sassi soliti a derivare dalla parte infima di esso, che rimarrebbe sepolta, ma eziandio dalla superiore, che più stabilmente poserebbe, e si appoggerebbe sopra lo stesso nuovo fondo del fiume.

una chiusa di un fiume, senz' alcun canale, per lo quale debba essere derivata l'acqua da esso) e che lasciandola in questo stato, non potrebbe farsi alzamento di fondo più grande; chiaramente si conosce, che la divisione dell' acqua dal canale, non si fa per l'alzamento del fondo del fiume, ma bensì per lo di lui sregolato corso, che si forma la sponda verso l' imboccatura del canale medesimo, e per l'interrimento del fondo di questo; perciò è manifesto, che *la soglia dell'incile dee essere sempre più bassa del piano della chiusa*, almeno quanto richiede il corpo d'acqua, che si vuole nel canale; e che mantenendosi la comunicazione di questa soglia coll' acqua del fiume, e senza interrimenti sopra di essa, tanto nell' alveo del canale, quanto in quello del fiume, non può di meno, che l' acqua non vi entri. Quindi è, che *in luogo di elevare il piano della chiusa*, come alle volte è stato praticato, *basta procurare che il fiume si rivolga col corso alla parte dell' imboccatura del canale*, e che questo resti sempre aperto, o a forza di corso di acqua, quando il canale abbia tanta caduta, e forza che basti; o mancandogli l' una, e l' altra, con escavazioni manufatte; o pure coll' uso dei paraporti, delli quali qui brevemente descriveremo, e l' uso, e l' artificio.

Sono questi *paraporti* fatti a modo di forti chiaviche (*fig.* 57.) fabbricate nella sponda del canale, che risguarda la parte del fiume, le soglie delle quali sono considerabilmente più basse del fondo del canale medesimo, e sono provvedute di buone porte, o cateratte di legno, che s' alzano, e s' abbassano, secondo l' opportunità, o di dar sfogo all' acqua del canale, o di mantenerla dentro di esso. È solito, che s' aprano queste porte in tempo di acqua abbondante, ad effetto di scaricare, o l' acqua tutta, entrata nel canale, o pure la sola soprabbondante, portandola nuovamente dentro il fiume nella parte di sotto alla chiusa. (1) *La velocità che acquista l' acqua nel cadere dalla soglia del paraporto*, la quale ordinariamente ha la caduta poco minore di quella della chiusa, *è quella che* in tal caso *scava* in poco tempo *il fondo del canale*; e se il paraporto non sia troppo lontano, espurga la soglia dell' incile, quando sopra di essa si siano fatte delle deposizioni; e molte volte prolunga l' escavazione all' insù dentro l' alveo del fiume superiore alla chiusa, formandosi dentro di questo un canale, che nelle piene indirizza il filone verso l' incile;

(1) E questa velocità nasce in qualche parte dalla cascata di essa (come fu avvertito nel capo 7.° §. *Le cadute*) ma per la maggior parte dipende dalla notabile inclinazione, e pendenza che acquista l' acqua nel rivolgersi verso il paraporto, la cui soglia, come poc' anzi fu detto, dee esser più bassa del fondo del canale.

coll' artificio di più fabbriche di tal natura, disposte ordinatamente l' una dopo l' altra, come si vede in tutto quel tratto del nostro canale di Reno, ove riceve ghiara dal fiume, *si mantiene il di lui fondo sufficientemente scavato*, e quando si ha la dovuta attenzione di far correre i paraporti a tempo, *si mantiene il corso del fiume, sempre vicino alla bocca del canale, ed il di lui fondo sempre più basso della sommità della chiusa*; e perciò non è stato necessario sin ora alzarla nella maniera che hanno fatto quelli, che privi di questo aiuto, non hanno avuto ricorso all' escavazione manufatta.

Di simile artificio non hanno tanto bisogno le chiuse fatte nei siti, nei quali il fiume non porta ghiara; perchè la sola apertura del canale, quando questo sia provveduto di sufficiente caduta, è valevole per lo più a mantenere il fondo arenoso, scavato su la soglia dell' imboccatura; ed in ogni caso è facile da farsi, quando sia necessaria l' escavazione. *In caso* però *di difetto di caduta, servirebbe* infinitamente, *per mantenere profondo il canale, l' uso dei* predetti *paraporti, almeno in vicinanza del di lui incile*, e negli altri luoghi, nei quali sia possibile il farli; e perciò, in vece dei regolatori, o risoratori, che si tengono avanti gli edificj, per iscaricare a fior di acqua la soprabbondante, sarebbe meglio avervi una porta, o cateratta, la quale, alzata che fosse, prendendo l' acqua dal fondo del canale, impedisse se non altro gl' interrimenti, coll' aprirla in tempo di escrescenze.

Servono i paraporti predetti, *oltre l' uso di mantenere scavati i canali* regolati, *anche a* quello di *regolare l' acqua, che entra nei medesimi*, acciocchè non vi corra con soverchia altezza di corpo; posciachè alzandoli più, o meno in tempo di piena, portano fuori del canale quella copia di acqua che si desidera; al qual fine tendono anche i diversivi a fior di acqua, che tramandano nel fiume la soprabbondante, e trattengono nel canale quella ch' è necessaria: nella stessa maniera, per regolare l' introduzione dell' acqua, si applicano alla bocca dell' incile alcune porte, che aprendosi più, o meno, lasciano altresì entrare nel canale, maggiore, o minor corpo di acqua. Da tutte queste macchine si ha, che i canali regolati, non si gonfino mai eccessivamente, si conservino sempre nel medesimo tenore, e non riescano di danno veruno ai terreni contigui, per troppo grande abbondanza di acqua.

Di rado s' incontra, che *un canale regolato* abbia tale caduta al suo termine, che non *richieda di quando in quando di essere scavato*; acciò colle deposizioni non si alzi il fondo ad un segno pernicioso; posciachè, o dopo divertiti simili canali, è di necessità che rientrino nel fiume medesimo, dal quale prima partirono, o pure ponno avere altro termine al loro corso: quando rientrano nel fiume medesimo,

una chiusa di un fiume, senz' alcun [illegible], *come quello che porta di* sere derivata l'acqua da esso) e [illegible] *il fiume*; per necessità, in pa- potrebbe farsi alzamento di f[illegible] *maggiore di quella, che ha il* sce, che la divisione dell' [illegible] *l'osservanza di alcune regole:* to del fondo del fiu[illegible] *fiume, ed il canale, dal punto del lo-* si forma la spon[illegible] *avranno eguale la lunghezza del-* l'interrimen[illegible] avendo bisogno il canale di maggior ca- *dell' incil*[illegible] *gna non sia estremamente alto) bisognerà,* quanto [illegible] *del medesimo con danno de' terreni contigui,* tener [illegible] *interrimenti l'incile del canale; o pure che si sog-* ser [illegible] *intraprende la derivazione, alla spesa di una continua* ; [illegible] *intende, quando la somma della caduta necessaria* [illegible] *del canale, sia maggiore di quella, ch' è necessaria* [illegible] *lunghezza, più di quanto importa la differenza del* [illegible] *fondo dell' incile al fondo del fiume, al di sotto della* [illegible]

Per maggiormente spiegarmi in questo particolare, molto essenzia- le in questa materia; sia il fiume ABCD (*fig.* 58.) dal quale per causa della chiusa A si parta il canale AD, che rientri nel medesimo in D; e suppongasi che il fiume ABCD richieda un piede di caduta per miglio, e che la lunghezza di esso sia di dieci miglia. Egli è e- vidente, che la caduta dal fondo del fiume al di sotto della chiusa A, sino a D, sarà piedi dieci. Supponiamo ancora che la via del ca- nale AD sia parimente di dieci miglia; ma che la caduta necessaria per non deporre la torbida in esso, attesa la poca quantità di acqua che porta, sia di piedi due per miglio; adunque la necessaria caduta da A in D sarà di piedi venti, maggiore di quella del fiume piedi dieci; e conseguentemente dovrà il fondo del canale AD, nel suo

(1) Ciò è vero ove nel canale possano entrare le materie più grevi, che porta il fiume, cioè a dire quando il canale prende l'acqua dal fondo di questo, come per lo più si pratica, e molto più ove la soglia dell'incile sia più bassa del detto fondo, come per buona regola ha prescritto l'autore più sopra nel §. *Questa apparenza*. Ma se il fiume onde il canale si deriva fosse perenne, portando in ogni suo stato un considerabile corpo d'acqua, e la soglia dell'incile del canale si fosse fatta alquanto superiore al fondo del fiume, allora non entrando nel canale nè le ghiaie, nè le arene più grevi potrebbe per avventura, non ostante il minor corpo d'acqua che egli porta, non aver bisogno di maggior caduta di quella del fiume. Lo stesso può succedere ancorchè il fiume sia temporaneo, e in luogo di chiusa sia adattato ad esso o un sostegno, o un argine manufatto, che ne alzi il pelo senza alzarne il fondo (come si è detto nell'annotazione 3.ª) nel qual caso la soglia dell'incile si può parimente tener più alta del fondo superiore all'argine, o sostegno, per escludere dal canale queste materie, che non si sollevano dal fondo del fiume.

principio verso A, essere altrettanti piedi più alto di quello del fiume nel sito di sotto alla chiusa A. Se adunque l'altezza di questa sarà tale, che sostenti il fondo del canale a detta altezza, è certissimo, che l'incile di esso potrà mantenersi senza interrimento, col solo sforzo dell'acqua che vi entra; ma se la differenza in altezza dei predetti due punti, sarà minore di dieci piedi, è altrettanto chiaro, che il fondo del canale, per mantenersi basso al bisogno, ricercherà di tempo in tempo dell'escavazione, e sarà necessario che l'opera degli uomini, in questo caso supplisca al difetto della natura.

Da ciò si deduce, che *quanto più breve sarà il corso del canale avanti di rientrare nel fiume, tanto maggiore sarà il vantaggio della caduta di esso*; poichè, supposto che la lunghezza del fiume, e del canale tra A, e D, fosse di sole cinque miglia, e che l'altezza della chiusa A fosse atta a fare la differenza dei loro fondi di dieci piedi, sarebbe la caduta del fiume, da A a D, piedi cinque, e quella che è necessaria al canale, piedi dieci; adunque in A il fondo del canale dovrebbe restare più alto del fondo inferiore alla chiusa piedi cinque; e potendo l'altezza della chiusa medesima sostenere il fondo di detto canale all'altezza di piedi dieci, resterebbero al canale cinque piedi di caduta più del bisogno, che potrebbero impiegarsi utilmente, nel progresso di esso, per una caduta di acqua ad uso di molini, o di altro, secondo l'opportunità: quindi è, che i *canali, i quali, usciti dal fiume a forza di chiuse, dopo breve corso, vi ritornano dentro, non mai sono difettosi di caduta*. Al contrario, se le lunghezze AD del canale, ed ABCD del fiume fossero di miglia venti; ritenendo le altre misure supposte di sopra, sarebbe la caduta del fiume piedi venti, e quella ch'è necessaria al canale, piedi quaranta; e perciò il fondo, nel principio del canale AD, dovrebbe essere elevato piedi venti sopra quello del fiume, adunque non potendo la chiusa A sostenerlo sopra il fondo medesimo, che piedi dieci, è chiaro, che mancherebbero al canale dieci piedi di caduta; e conseguentemente, per impedire che il fondo di esso non si elevasse a tale altezza, sarebbe necessario d'impiegare l'opera degli uomini nell'escavazione, come il più delle volte succede; perchè avendo bisogno i popoli di valersi di canali simili per lungo tratto, la caduta acquistata col beneficio della chiusa, distribuita nella lunghezza del corso, si perde, e non può supplire all'esigenza, che ha il canale, di caduta maggiore.

II. La seconda regola è, che *se la lunghezza del fiume, a quella del canale, avrà la proporzione reciproca delle cadute necessarie all'uno, ed all'altro, avrà il canale sufficiente caduta per non interrirsi*; anzi gliene avanzerà, tanta quanta è l'altezza, alla quale può essere sostenuto il fondo del canale sopra il fondo del fiume di sotto alla chiusa. Ciò pure è evidente: perchè, supposto che AD sia miglia

è da avvertirsi, che (1) *il canale derivato*, come quello che porta di gran lunga minor corpo di acqua, che il fiume; per necessità, in pari circostanze, *avrà bisogno di caduta maggiore di quella, che ha il fiume* medesimo; e perciò è necessaria l'osservanza di alcune regole:

I. La prima si è, che *se il fiume, ed il canale, dal punto del loro disunirsi, a quello della riunione, avranno eguale la lunghezza della strada; necessariamente* avendo bisogno il canale di maggior caduta (se il piano di campagna non sia estremamente alto) *bisognerà, o che il fondo si alzi più del medesimo con danno de' terreni contigui, e si serri con gli interrimenti* l'incile del canale; *o pure che si soggetti chi ne intraprende la derivazione, alla spesa di una continua escavazione. Ciò s' intende, quando la somma della caduta necessaria a tutto il viaggio del canale, sia maggiore di quella, ch' è necessaria al fiume in eguale lunghezza, più di quanto importa la differenza del livello dal fondo dell' incile al fondo del fiume, al di sotto della chiusa.*

Per maggiormente spiegarmi in questo particolare, molto essenziale in questa materia; sia il fiume ABCD (*fig.* 58.) dal quale per causa della chiusa A si parta il canale AD, che rientri nel medesimo in D; e suppongasi che il fiume ABCD richieda un piede di caduta per miglio, e che la lunghezza di esso sia di dieci miglia. Egli è evidente, che la caduta dal fondo del fiume al di sotto della chiusa A, sino a D, sarà piedi dieci. Supponiamo ancora che la via del canale AD sia parimente di dieci miglia; ma che la caduta necessaria per non deporre la torbida in esso, attesa la poca quantità di acqua che porta, sia di piedi due per miglio; adunque la necessaria caduta da A in D sarà di piedi venti, maggiore di quella del fiume piedi dieci; e conseguentemente dovrà il fondo del canale AD, nel suo

(1) Ciò è vero ove nel canale possano entrare le materie più grevi, che porta il fiume, cioè a dire quando il canale prende l'acqua dal fondo di questo, come per lo più si pratica, e molto più ove la soglia dell'incile sia più bassa del detto fondo, come per buona regola ha prescritto l'autore più sopra nel §. *Questa apparenza*. Ma se il fiume onde il canale si deriva fosse perenne, portando in ogni suo stato un considerabile corpo d'acqua, e la soglia dell'incile del canale si fosse fatta alquanto superiore al fondo del fiume, allora non entrando nel canale nè le ghiaie, nè le arene più grevi potrebbe per avventura, non ostante il minor corpo d'acqua che egli porta, non aver bisogno di maggior caduta di quella del fiume. Lo stesso può succedere ancorchè il fiume sia temporaneo, e in luogo di chiusa sia adattato ad esso o un sostegno, o un argine manufatto, che ne alzi il pelo senza alzarne il fondo (come si è detto nell'annotazione 3.ª) nel qual caso la soglia dell'incile si può parimente tener più alta del fondo superiore all'argine, o sostegno, per escludere dal canale queste materie, che non si sollevano dal fondo del fiume.

principio verso A, essere altrettanti piedi più alto di quello del fiume nel sito di sotto alla chiusa A. Se adunque l'altezza di questa sarà tale, che sostenti il fondo del canale a detta altezza, è certissimo, che l'incile di esso potrà mantenersi senza interrimento, col solo sforzo dell'acqua che vi entra; ma se la differenza in altezza dei predetti due punti, sarà minore di dieci piedi, è altrettanto chiaro, che il fondo del canale, per mantenersi basso al bisogno, ricercherà di tempo in tempo dell' escavazione, e sarà necessario che l'opera degli uomini, in questo caso supplisca al difetto della natura.

Da ciò si deduce, che *quanto più breve sarà il corso del canale avanti di rientrare nel fiume, tanto maggiore sarà il vantaggio della caduta di esso*; poichè, supposto che la lunghezza del fiume, e del canale tra A, e D, fosse di sole cinque miglia, e che l'altezza della chiusa A fosse atta a fare la differenza dei loro fondi di dieci piedi, sarebbe la caduta del fiume, da A a D, piedi cinque, e quella che è necessaria al canale, piedi dieci; adunque in A il fondo del canale dovrebbe restare più alto del fondo inferiore alla chiusa piedi cinque; e potendo l'altezza della chiusa medesima sostenere il fondo di detto canale all'altezza di piedi dieci, resterebbero al canale cinque piedi di caduta più del bisogno, che potrebbero impiegarsi utilmente, nel progresso di esso, per una caduta di acqua ad uso di molini, o di altro, secondo l'opportunità: quindi è, che i *canali, i quali, usciti dal fiume a forza di chiuse, dopo breve corso, vi ritornano dentro, non mai sono difettosi di caduta*. Al contrario, se le lunghezze AD del canale, ed ABCD del fiume fossero di miglia venti; ritenendo le altre misure supposte di sopra, sarebbe la caduta del fiume piedi venti, e quella ch'è necessaria al canale, piedi quaranta; e perciò il fondo, nel principio del canale AD, dovrebbe essere elevato piedi venti sopra quello del fiume, adunque non potendo la chiusa A sostenerlo sopra il fondo medesimo, che piedi dieci, è chiaro, che mancherebbero al canale dieci piedi di caduta; e conseguentemente, per impedire che il fondo di esso non si elevasse a tale altezza, sarebbe necessario d'impiegare l'opera degli uomini nell'escavazione, come il più delle volte succede; perchè avendo bisogno i popoli di valersi di canali simili per lungo tratto, la caduta acquistata col beneficio della chiusa, distribuita nella lunghezza del corso, si perde, e non può supplire all'esigenza, che ha il canale, di caduta maggiore.

II. La seconda regola è, che *se la lunghezza del fiume, a quella del canale, avrà la proporzione reciproca delle cadute necessarie all'uno, ed all'altro, avrà il canale sufficiente caduta per non interrirsi*; anzi gliene avanzerà, tanta quanta è l'altezza, alla quale può essere sostenuto il fondo del canale sopra il fondo del fiume di sotto alla chiusa. Ciò pure è evidente: perchè, supposto che AD sia miglia

cinque, e ABCD miglia dieci, sarà la caduta di miglia dieci, a ragione di un piede per miglio, altrettanti piedi: e però eguale a quella di AD in cinque miglia, a piedi due per miglio, e conseguentemente non sarà necessario, che il fondo del canale in A, sia un pelo più alto del fondo del fiume in A; e perciò avrà il medesimo canale tanto di caduta più del bisogno, quanta è l' altezza, alla quale la chiusa può sostenere il fondo di esso.

III. Dalla predetta ne deriva la terza regola; ed è, che *per eleggere il luogo, nel quale si dee restituire al fiume il canale regolato, bisogna riflettere all' uso, al quale dee esso servire*, diversificandosi da ciò considerabilmente il luogo medesimo. Posciachè 1.° dovendo servire ad uso di navigazione, e potendosi avere tanto corpo di acqua, che non sia necessario di sostenerla, (1) bisogna avere notizia della caduta del fiume, e se varj, o no nel progresso di esso; e similmente di quella che può essere necessaria al canale da farsi: e (quando non si varj la caduta del fiume) aggiugnendo alla prima l' altezza che

(1) Per più chiara intelligenza della regola che dà l' autore in questo luogo, si debbono distinguere i tre casi, che egli distingue.

Il primo è, quando il canale non debba essere interrotto da alcun sostegno, ma il suo fondo debba seguitamente estendersi dal punto della sua derivazione fino allo sbocco, come quando egli dovesse servire ad uso di naviglio, nè in questo occorressero sostegni, potendosi avere bastante corpo d' acqua da un capo all' altro del canale; allora dunque o è data l' altezza della chiusa A (*fig.* 58.) sopra il fondo del fiume, da cui il canale si deriva superiormente alla detta chiusa, e si cerca il punto D, in cui si dee far ritornar l' acqua nel fiume, o è dato il punto del ritorno D, e si cerca l' altezza da darsi alla chiusa. Se l' altezza di questa è data, si calcoli la caduta totale, che ha il fondo del fiume dal di sotto della chiusa A, fino a quel punto D, a cui si vuol provare se sia possibile condurre il canale senza interrimenti, la qual caduta si può sapere dalla data lunghezza ABCD, e dalla notizia di quanto penda l' alveo del fiume in un dato spazio, come d' un miglio, purchè però non si varj la pendenza del fiume nel detto tratto, altrimente si dovrebbe cercar tal caduta coll' attuale livellazione; ma tanto nell' uno, quanto nell' altro supposto si avrà con ciò quanto resti alto il fondo del fiume immediatamente inferiore alla chiusa A sopra il medesimo fondo in D. Ciò posto conviene altresì sapere quanta pendenza sia per esser necessaria al canale, cioè quanto gli convenga di caduta a miglio (di che ragiona l' autore nel paragrafo seguente) e misurata la lunghezza del canale da A fino a D secondo quella linea, su cui si vuol condurlo, convien calcolare quanta sia la total caduta a lui necessaria nella lunghezza misurata AD. Allora all' altezza trovata del fondo del fiume inferiore alla chiusa A sopra il fondo del medesimo fiume in D si aggiunga l' altezza della chiusa, o piuttosto, come l' autore si esprime, l' altezza dell' origine del canale, che può nascere dalla chiusa (mentre se la soglia dell' incile si volesse tener più alta, o più bassa del fondo del fiume superiore alla chiusa, o se il punto della derivazione non fosse immediatamente contiguo a questa, ma distante per qualche notabil tratto, in cui la caduta del fiume fosse sensibile, a tutto ciò si dovrebbe aver riguardo) e quando la

può nascere dalla chiusa, bisogna trovare un sito nel fiume, nel quale la caduta del fondo del canale di sopra alla chiusa, sino al fondo D, sia a quella che è necessaria al canale, come la lunghezza AD è alla lunghezza ABCD: o pure per trovare l'altezza della chiusa A, basta fare, che, come la lunghezza ABCD sta alla lunghezza AD, così stia la caduta necessaria al canale AD, ad un'altra caduta, la quale se sarà maggiore di quella del fiume da A in B, basta regolare l'altezza della chiusa secondo l'eccesso che si troverà, facendola tanto più alta di detta differenza, quanto è il corpo di acqua che si vuole nel canale. 2.° Lo stesso metodo si dee adoprare, quando il

---

somma, che ne verrà si trovi eguale, o maggiore della total caduta necessaria al canale, poc'anzi calcolata, si potrà ottener l'intento, senza tema che il canale si rialzi, e chiuda l'ingresso all'acqua del fiume dentro se stesso co' suoi interrimenti; e quando no, farà d'uopo in vece del punto D cercarne un altro, in cui ciò si ottenga. Dove è da avvertire, che siccome non tutti i punti del fiume soddisfanno a tal bisogno, così non si dee credere che un solo ve ne abbia, che possa soddisfare, ma può avervene più d'uno, massimamente ove il fiume corra con diverse tortuosità, e però questo problema non è determinato, nè si può sciorre se non tentando se questo, o quel punto sia a proposito, e quando più d'uno se ne trovasse, si dovrebbe presceglier quello che più fosse opportuno, avuto riguardo e alla spesa, e al bisogno.

Se poi il punto del ritorno, o sbocco del canale D è dato, e si vuol cercare quanto convenga far alta la chiusa nel punto A, parimente dato, per ottener l'intento della derivazione del canale senza interrimenti, allora avendo calcolato come sopra quanto sia la caduta necessaria al canale nella lunghezza destinatagli secondo la linea DA, e trovato parimente col calcolo, o piuttosto con immediate livellazioni la caduta del fondo del fiume dal punto A sopra lui medesimo nel punto D, se la prima di queste cadute eccederà la seconda, l'eccesso sarà l'altezza della chiusa cercata (avuto qui ancora riguardo alla situazione, che vuol darsi alla soglia dell'incile rispetto al piano superiore della chiusa) ma quando non la eccedesse, o pure ne mancasse, allora si potrà aver l'intento di derivare il canale senza alcuna chiusa, e occorrendo si potrà sostenere il fondo di esso canale, o all'imboccatura, o in altro sito inferiore con una, o più traverse, affinchè non si sconcerti l'alveo del fiume, e dello stesso canale, e non si introduca in questo troppo di acqua.

Il secondo caso è quando il fondo del canale, benchè debba portare da un capo all'altro sempre un medesimo corpo d'acqua, debba tuttavia restare interrotto con sostegni, che ne spezzino la pendenza, sia per agevolare la navigazione, o per dar caduta all'acqua ad uso di mulini; o altre macchine idrauliche, e allora basta solamente avvertire nel conto che si fa della caduta totale, che è necessaria a tutta la lunghezza del canale per non interrire il suo fondo, di aggiugnervi quel di più che importa la somma di tutti i sostentamenti, che occorre di fare del fondo predetto, e nel resto servirsi delle regole date nel primo caso, o sia che si cerchi il punto dello sbocco del canale D, o l'altezza della chiusa in A.

Il terzo caso è finalmente quando dal canale si debba andar divertendo nel progresso del suo corso qualche quantità d'acqua, come ad uso di irrigazioni, di

canale debba servire ad uso di molini, o altre macchine idrauliche, con questa sola differenza che in conto della caduta necessaria al canale, per non deporre la torbida, si dee porre anche quella ch'è necessaria per gli edificj, o macchine predette: e nel resto servirsi della regola indicata di sopra. 3.° Ma quando il canale sia destinato alle irrigazioni, si dee riflettere, che la di lui necessaria caduta non sarà uniforme in tutte le parti dell'alveo; ma bensì maggiore nelle parti inferiori, a cagione delle moltiplicate diramazioni di acqua ch'escono per le chiaviche che si trovano alle sponde del medesimo; e minore nelle superiori, come quelle che portano maggior corpo di acqua; e perciò in tal caso, di tanto dee accrescersi la caduta del canale, quanto si può credere essere di bisogno in tali condizioni.

Quale sia la caduta necessaria ad un canale regolato, è difficile da determinarsi, a riguardo delle molte circostanze, dalle quali dipende simigliante determinazione: pure (1) *per non errare notabilmente, può l' architetto regolarsi coll' esempio di altri canali, simili a quello che si vol fare*, dei quali sia nota la caduta, e proporzionarla al medesimo; e se non si trovasse canale affatto simile, può prendersi norma da altri, o maggiori, o minori, sminuendo, o accrescendo la caduta colle dovute ponderazioni; e quando si prendesse errore di qualche oncia di caduta per miglio o di più, o di meno, *se l' errore influisca in alzamento di fondo, si può tollerare;* perchè ordinariamente sono tanti, e tali i beneficj che si ricavano dai canali regolati, che ponno ben soggiacere a qualche aggravio di annua spesa, per l' escavazione degl' interrimenti che vi si facessero: ma *se l' errore* preso nella stima della caduta, *influisse in maggior profondamento di alveo, è facile il rimedio, o col sostentare il fondo di esso con una chiusa*, che può utilmente servire a qualche edificio; o con un sostegno all' imboccatura,

---

getti per fontane, di buonificazioni per alluvioni, o simili, e allora dalla semplice notizia, che si suppone aversi di quanta debba essere la pendenza a miglio di un tal canale nel tratto, in cui l'acqua non è per anco diramata, non si può dedurre quella, che egli esigerà negli altri inferiori tratti di sotto alla diramazione, dovendo tal pendenza accrescersi di mano in mano a misura della minor quantità dell' acqua residua in canale; ma non essendovi alcuna regola per determinare la quantità di tali cangiamenti di pendenza, l' autore rimette ciò all' estimazione dell' architetto, la quale non meglio si può regolare, che con ciò che mostra l' esperienza di altri simili canali. Dando dunque alla caduta, che sarebbe necessaria al canale nella sua lunghezza, se portasse sempre l' istessa mole d' acqua, quel tanto d' accrescimento, che si può giudicare convenirgli per conto della diversione da farsene, si farà il rimanente come nel primo, e nel secondo caso.

(1) La similitudine di que' canali, che si prendono per norma nel ricercare la pendenza necessaria a quello, che si tratta di derivare, dee consistere nell' uniformità di tutte le circostanze, ma sopratutto di quelle della quantità del corpo d'acqua, e della qualità delle materie, che debbono entrar nel canale.

o in altro luogo; o *pure con prolungare il canale* quel di più che porterà il bisogno. *Quando* poi *le acque che devono correre per lo canale, fossero chiare, allora ogni difetto di caduta è tollerabile;* perchè attesa la lunghezza del tempo nel quale succedono interrimenti nocivi, ogni picciola annua spesa basta, per mantenerlo scavato a sufficienza.

IV. Essendo il sito del fiume, nel quale è fabbricata la chiusa, ghiaroso, necessariamente dovrà la ghiara prolungarsi anco al di sotto della chiusa medesima, più, o meno, secondo le circostanze; e similmente dovrà entrare nel canale, dentro il quale richiederà cadute esorbitanti; perciò la quarta regola è, che *in tal caso è necessario l' uso dei paraporti di sopra descritti*, col beneficio dei quali si faccia rientrare nel fiume, dentro il minore spazio possibile, la ghiara entrata nel canale, come succede nel nostro canale di Reno, dentro il quale non si protrae la ghiara, che mezzo miglio, o poco più; abbenchè nell' alveo del fiume s' estenda al presente cinque miglia, e si estendesse, per lo passato, molto più: anzi si sarebbe potuto impedire, che la ghiara non occupasse tanto sito, dentro il canale predetto, se il luogo della situazione dei paraporti fosse stato meglio inteso; e se si facessero operare più frequentemente, e in tempo opportuno, se ne avrebbe maggior vantaggio; dimanierachè potrebbe succedere, che dentro di detto sito (abenchè il fondo sia ghiaroso) si conservasse però orizzontale, e perciò mancando la caduta, è molto utile di fare il canale per qualche tratto contiguo, il più che si può, al labbro del fiume, e fabbricarvi alle sponde quel numero di paraporti, che può credersi necessario, avvertendo di non farli troppo lontani l' uno dall' altro, acciocchè l' operazione del secondo incominci dove termina quella del primo; e ciò perchè, non potendosi i predetti paraporti tenere lungo tempo aperti, per non lasciare tanto tempo il canale privo dell' acqua necessaria, bisogna che in poch' ore, che stiano aperti, si facciano le dovute escavazioni, le quali si fanno sempre più sollecitamente nelle parti più vicine al paraporto, e gradatamente sempre più tardi nelle maggiormente lontane, siccome succedono maggiori, quanto più la soglia del paraporto medesimo è abbassata sotto il fondo ordinario del canale.

V. Serva per quinta regola *l' osservazione da farsi, se il fiume, dalla chiusa sino al sito dello sbocco, che si pensa dare al nuovo canale, conservi sempre la stessa caduta di fondo, o pure la varj per alcuna delle cause, dette a suo luogo;* posciachè variandola, non basta fare la livellazione del fiume per un miglio, o due di lunghezza, ma bisogna compirla sino al sito accennato; nel che (1) lo consiglierei

(1) Vedi ciò, che in questo proposito abbiamo detto nell' annotazione 4 del capo II.

(come che si tratta di una operazione importante) a non fidarsi dei livelli, materiali, i quali, come in altro luogo si è avvertito, tutto che fabbricati con ogni possibile esattezza, ed adoperati con ogni immaginabile diligenza, sono soggetti ad errori esorbitanti, come apparirà a chi vorrà farne la prova, col ripetere più volte l'operazione medesima; ma bensì eleggerei di fare le livellazioni con acqua stagnante; il che in molti luoghi, ed in opportuna stagione, è facile da farsi, valendosi dei fossi destinati allo scolo delle campagne ec.

VI. La sesta regola è: *Che per diminuire la necessità della caduta al canale, torna sempre il conto di mantenerlo ristretto il più che sia possibile*; perchè maggior corpo di acqua contribuisce sempre a tenere più basso il fondo dell'alveo, e se non altro, ad impedire, che gl' interrimenti non si facciano così alti, nè con tanta sollecitudine, come per altro farebbero, se il canale avesse maggiore larghezza.

VII. La disposizione del piano di campagna, per lo quale si pretende di far correre il canale, ha molto luogo in questo particolare; perchè si danno dei casi, nei quali bisogna sostenerlo tutto sopra il piano di terra, con grave pericolo, e sconcerto; e degli altri, nei quali è d' uopo fare delle escavazioni esorbitanti, e perciò bisogna regolare il tutto con un' esatta livellazione dei siti, per li quali si pensa di condurre il canale. Generalmente però (e sarà la settima regola) *bisogna portare i canali regolati al lungo dell' inclinazione della campagna, non mai, o di rado a traverso di essa*; perchè in tali siti la livellazione non regge; s' intersecano i condotti di scolo, e si ha bisogno di argini molto alti, per tenerli inalveati, oltre molti altri danni, che succedono in occasione di rotte ec.

VIII. L' ottava, ed ultima regola sia quella di (1) *non intromettere nel canale altre acque, se anch' esse non sono regolate, e particolarmente, se portano sasso, o ghiara*; perchè simiglianti materie sconcertano di molto la caduta del fondo, ed il più delle volte sono pregiudiciali al fine, per lo quale si fa la spesa della condotta del canale. Tali incontri debbono sfuggirsi; e quando non sia possibile, bisogna ricorrere al rimedio dei ponti-canali, per mezzo dei quali riesce molte volte di portare simili corsi di acqua da un lato all' altro del

(1) Siccome le diramazioni dell' acqua da' canali regolati ponno fare, che questi ne' tratti inferiori esigano maggior pendenza, così può darsi che l' introdurvi acqua d' altri canali diminuisca quella, che senza ciò sarebbe necessaria, onde quando da tal introduzione non possa nascere altro sconcerto, stimerei, che non si dovesse abborrire tale unione di acque, anzi metterla in capitale, per poter dare al canale tanto minor pendenza. Ben è vero, che non occorre sperar un tale avvantaggio, ove le acque introdottevi portassero seco sasso, o ghiaia, ma al contrario se ne potrebbe aspettare sommo pregiudicio, e impedimento a quel fine, a cui il canale è destinato.

canale regolato, al di sopra del pelo del medesimo. *Le fosse però di scolo, ed altre acque chiare, non possono nuocere, che per la soverchia abbondanza;* e perciò quando si abbia sicurezza, che non riescano troppo copiose, non occorre prendersi gran cura, per impedir loro l' ingresso; ed in ogni caso *le botti sotterranee ponno servire per dar esito alle medesime* sotto il fondo del canale, e sono praticabili particolarmente in quei casi, nei quali piuttosto le predette fosse restassero impedite, dovendo entrare nel canale medesimo.

Da ciò, che sin ora è stato diffusamente spiegato, può dedursi, quale sia il metodo da servirsi nella condotta di quei canali derivati, che più non rientrano nel fiume, che loro diede l' origine, ma devono metter foce, o in paludi, o in lagune, o simile; perchè *anche in questo caso, è necessario di regolarsi colla caduta che si ha, con quella ch' è necessaria alla condotta del canale, colla disposizione del piano di campagna ec.* Ed anche a questo caso ponno applicarsi i rimedj sopraccennati per rendere minore la necessità della caduta. Insomma, fuori delle predette, non vi è altra regola di più, che di tenere la linea più breve che si può, da un termine all' altro, per averne tutta la possibile caduta, che rade volte in fatti succede, sia superiore al bisogno.

Le predette regole servono anche in caso di volere portare un canale derivato da un fiume, a sboccare in un altro, il che molte volte accade, per facilitare il commercio con nuove navigazioni; ma in ciò si dee avvertire, ad oggetto di non fare proposizioni, che siano affatto impossibili da riuscire, che *il canale derivato dee procedere dal fiume minore, ed avere lo sbocco nel maggiore,* e non mai al contrario; perchè, essendo il fondo del primo in siti omologi, più alto di quello del secondo, non può riuscire, che l' acqua partita da questo possa aver esito in quello; se pure ciò non sia in sito molto basso, e poco lontano dallo sbocco; si dee ancora avvertire, che *la caduta di detto canale non sia maggiore del bisogno, ed assolutamente minore di quella del fiume;* altrimente, se non si hanno buone macchine regolatrici dell' introduzione dell' acqua, si corre pericolo, che il canale derivato, a poco a poco tiri a se tutta l' acqua del fiume, e facciasi alveo del medesimo; il che alle volte può riuscire con utile, alle volte con danno.

Il mantenimento dei canali regolati, come si è detto di sopra, per lo più dipende dall' opera degli uomini, rare volte dalle forze della natura; e perciò *non bisogna scordarsi, ne differire di far quello che si sa per prova, essere necessario a tal fine;* poichè molte volte è succeduto di lasciar perdere canali utilissimi per mera trascuraggine, non avendosi voluto apporre i dovuti rimedj ai piccioli sconcerti, che resi poscia maggiori, hanno ricercate, per essere rimossi, spese

tanto grandi, che hanno spaventati i popoli incapaci di farle; i quali perciò non volendo soggettarsi a spese eccessive, hanno eletto per lo meglio, di lasciare andare il canale a disposizione di natura. Per altro *sono i canali regolati, facili da maneggiare*, a cagione del poco corso, e del poco corpo d'acqua che portano; al che succede, che facilmente si rimedia alle loro corrosioni, e si mantiene la dirittura dell'alveo ec. cose che difficilmente s'ottengono nei fiumi più grandi, coi quali però hanno comuni le proprietà essenziali.

Gli usi, ai quali sono destinati i canali regolati, ponno essere diversi; poichè primieramente (1) *servono a far muovere diversi edificj idraulici*, come sono mole da grano, valche, magli ec. i quali tutti hanno il loro primo moto da una ruota, fatta girare dall'acqua. In questi canali, perchè il corso dell'acqua per ordinario è debole, è necessario di sostentarla, e farle della caduta, dalla quale riceve poi impeto, e forza bastevole a fare il moto, che da essa si ricerca. Tale sostentamento si fa con picciole chiuse, dette ancora *stramazzi*,

(1) I canali regolati destinati a far muovere edificj di tal sorta sono quelli, che propriamente in Toscana chiamano *gore* nel tratto superiore all'edificio, solendosi dar nome di rifiuto al tratto inferiore dall'edificio in giù, fino allo sbocco del canale nel suo recipiente. In due modi servono questi canali al loro uso. Il primo si pratica solamente in magrezza d'acqua del canale, cioè quando questa è sì scarsa, che lasciandola correre seguitamente, non basterebbe a far muover le ruote; e allora si costuma di fare un'adunata di tutta quella, che porta il canale per qualche lungo tempo, col tener chiuse tanto le portine, quanto i diversivi, e gli sfogatori del canale, fino a che nella parte superiore alle portine ella si sia innalzata a quel segno, che aprendole possa bastare a dar moto alle ruote, e questo chiamasi macinare *a colta*, ovvero *a botte*. Allora benchè aperte le portine, debba a poco a poco andar calando la forza dell'acqua sopra le ruote a misura, che la superficie di essa si abbassa, nulladimeno ove il ristagno fatto si estenda nel canale per lungo tratto all'insù, non lascia di andar servendo per qualche considerabil tempo, dopo il quale conviene poi di nuovo chiudere gli sportelli, e fare un'altra raccolta d'acqua.

Nel tempo in cui si fa il ristagnamento predetto, se l'acqua ha punto di materia atta a deporsi, ne seguono posature per tutto il tratto ristagnato, le quali benchè al riaprir le portine si sgombrino per quella parte, che corrisponde alla luce di esse, fino ad una tal distanza dalle medesime, nulladimeno ne resta ristretto il canale, e in maggior distanza anche rialzato, onde viene a farsi meno capace il vaso per un'altra; e quindi è, che simile artificio, o non si vuol praticare, che in acque ben chiare, o porta seco la necessità d'andare espurgando a mano gli interrimenti, al che tuttavia può supplire in parte il far correre di tempo in tempo l'acqua della colta non per le portine, ma per lo sfogatore, la cui soglia (posto che non sia più alta del fondo del canale) è quella, che dà regola al detto fondo.

L'altro modo più ordinario in cui questi canali prestano il loro officio di muover ruote, è col loro corso seguito, regolato tuttavia dalle portine, e dagli sfogatori, e di questo solo parla l'autore nel presente luogo.

tant'alte sopra il piano del fondo inferiore del canale, quanto ricerca la caduta necessaria a far muovere l'edificio; sopra del piano, o soglia superiore di questi stramazzi, si collocano più portine di legno, divise l'una dall'altra con pilastri, che vi stanno di mezzo coi suoi correnti, o incastri, ai quali si adattano le portine predette, che si aprono, e serrano a modo di saracinesca. Aperta una di queste, dà l'esito sotto di se (cioè per lo vano che resta tra la soglia dello stramazzo, e la parte inferiore di essa portina) all'acqua del canale che s'introduce a correre per un altro canale di legno, dal quale viene portata alla ruota, che dà il moto a tutto il restante della macchina. Quanto è maggiore l'altezza dell'acqua sopra la soglia dello stramazzo, tanto maggiore è la velocità, colla quale ella esce dal vano delle portine; e tanto più si accresce, quanto più grande è la caduta del canale di legno che la riceve; dimanierachè l'impeto, col quale è spinta la ruota, è per appunto quello (prescindendo dalle resistenze) che compete alla discesa dalla superficie dell'acqua sostenuta dalle portine, sino al luogo dell'applicazione dell'acqua alla ruota; sebbene poi la velocità, con che questa si muove, sia varia, secondo la quantità dell'acqua, che spinge l'ala della ruota; secondo il modo dell'applicazione di quella a questa; e secondo la quantità della resistenza che incontra; provvenga ella, o dalla struttura, e condizioni della macchina, o (1) dall'acqua del canale inferiore, che suole ostare al giro della ruota medesima.

---

(1) Una delle principali avvertenze, che si vuol avere nel condurre i canali regolati, quando questi debbono servire a' mulini, o a simili ordigni, è che l'acqua del canal inferiore all'edificio non osti colla sua altezza al roteggio, o sia coll'annegare i cucchiai, o ritrecini, su quali cascando l'acqua fa girare il fuso, che dà moto alla macchina, o sia nell'affogare le ale inferiori della ruota verticale, che gira per l'impulso fatto dall'acqua sopra una delle ale orizzontali, secondo, che coll'uno, o coll'altro di questi due artificj è fabbricato il mulino; il quale restando perciò o impedito, o ritardato nel suo movimento, dicesi *pescare*, o *guazzare*. Qual sia il segno, a cui alzandosi l'acqua nel canal inferiore, basta per impedir il macinato in que' mulini, che quì chiamano *a pale* (cioè in quelli della seconda maniera delle due ora descritte) si dee dedurre dall'esperienza di altre simili macchine, avendo riguardo nel farne il confronto al più, o meno di caduta dal livello dell'acqua rialzata dalle portine, fino al punto dell'ala, su cui la stessa acqua va a percuoter la ruota, alla maggiore, o minor lunghezza delle ale predette, al ricever esse sopra di se più, o meno d'acqua, o all'incontrarne la cascata in sito più, o meno lontano dall'asse della ruota, alla struttura di questa più, o meno agevole al moto, e a diverse altre circostanze, essendo certo, che secondo la varietà di queste potranno le ale inferiori della ruota guazzare qualche poco nell'acqua senza pregiudicio della molitura. Ma negli altri mulini della prima maniera, basta che l'acqua inferiore non affoghi il centro di percussione de' ritrecini, che disposti in giro orrizzontale circondano il fuso, per assicurarsi, che il movimento non resti impedito.

Ponno essere le predette portine, o una sola, o più; e ciò dipende dalla quantità di acqua che si ha nel canale, e dal numero degli edificj che si hanno da muovere; e quando questi ricerchino tutta l'acqua, come che il corso di essa viene ad essere nelle parti vicine al fondo del canale, *poco moto si osserva nella di lui superficie*, che apparisce al senso, quasi stagnante; ma se con istromenti idonei si misurerà la velocità, si riscontrerà quanto ella sia grande vicino al fondo del canale. *Nei luoghi* però *del medesimo*, che sono molto *al di sopra delle portine* predette, *si vede la superficie dell' acqua più veloce*, e si riscontra non essere tanta la differenza tra la velocità della superficie, e quella del fondo, sinchè *cessando gli effetti del ristagno fatto dalle portine, l' acqua corre con quelle regole, che sono proprie dei fiumi liberi*. Ma quando l'acqua sia più copiosa di quello, può richiedere l'uso degli edificj, si ha necessità di avere dei *regolatori, o sfogatori*, i quali divertiscano l'acqua superflua; e ponno essere di due sorti, cioè, o alti a fior di acqua ordinaria, o paraporti. I primi hanno la soglia tanto alta, quanto basta per ritenere nel canale la quantità di acqua necessaria, e lasciano passare sopra di quella, la soprabbondante; questi *diversivi a fior di acqua* sono di uso facilissimo; *perchè sono sempre in opera, e preparati al loro ufficio; ma* per lo contrario, *non fanno molte volte tutto l' effetto che si vorrebbe*, e niente contribuscono a mantenere scavato il canale. Ma i *paraporti*, sebbene sono più difficili da maneggiare, ed addimandano maggior vigilanza, *fanno effetto più sensibile in regolar l' acqua a misura del bisogno, in caso di escrescenze, e mantengono scavato il fondo al canale*, come si è detto di sopra, trattando dei medesimi. Accade sovente, che non si abbia luogo, dove smaltire l'acqua estratta dal canale; e perciò è necessario rimetterla dentro il medesimo, nella parte di sotto allo stramazzo, il che si fa ordinariamente in due maniere; o con canali laterali, che dopo poco spazio si riuniscano al canale principale; o pure facendo una porta grande, che stia in mezzo alle portine, provveduta al di sotto di un canale particolare, e proporzionato, che non abbia alcuna comunicazione con quelli delle portine, e che porti l'acqua che riceve al disotto dell' edificio, ed (1) in luogo, che l'acqua uscita da esso, non dia impedimento veruno al moto delle ruote; e con tale avvertenza si dee pure procedere nell' eleggere il sito dell' ingresso del canale laterale

(1) Quando l' acqua uscita dallo sfogatore ricade nel canal inferiore in luogo troppo vicino all' edificio del mulino, può dar impedimento al moto delle ruote non pure colla sua altezza, ma eziandio coll' agitazione della superficie del canale cagionata dalla caduta fatta dallo stramazzo dello sfogatore, resistendo con tal agitazione al libero giro delle ale inferiori della ruota, e perciò conviene tener

del diversivo; e perciò, *in caso che lo stramazzo scarseggi di caduta, meglio riescono i diversivi laterali*, come quelli che rendono l'acqua al canale in quella distanza che si vuole, e che si trova non essere nociva.

Quando ad un edificio si pensi farne succedere degli altri, che addimandino anche essi della caduta, bisogna prima riflettere, se la caduta del canale lo permetta; posciachè, come si è detto di sopra, le cadute di tutti gli stramazzi prese insieme, non ponno eccedere quella, che è soprabbondante al canale, se pure non si pretendesse di sottomettersi all' obbligo dell' escavazione. Coll' avvertenza a questa regola, *poco importa, se gli edificj siano o in poca, o in molta distanza l' uno dall' altro; purchè le ruote del primo non risentano il ristagno fatto dalle portine del secondo;* e tal riguardo ancora si dovrebbe avere, quando mancando la caduta si pensasse di mantenere basso

---

lontano al possibile dal mulino il punto del ritorno delle acque dello sfogatore entro il canale.

Ma l' impedimento più ordinario, che sogliano soffrire i mulini dell' acqua del canal inferiore, è quando essendo essi situati non lungi dallo sbocco del detto canale nel fiume, che ne è il recipiente, sopravvengono in questo le piene, o anco le mezze piene, talmente che rigurgitando nel canale ne sostengano l' acqua a maggior altezza di quella, con cui correrebbe quella del solo canale. Allora se l' acqua immediatamente di sotto all' edificio può alzarsi tanto, da impedir il moto alle macchine, convien cessare dalla molitura, come pur converrebbe se il rigurgito si escludesse con chiavica apposta allo sbocco del canale nel fiume recipiente, onde non vi è altro rimedio, quando anche in tale stato si voglia poter macinare, che avervi riguardo da principio nel fissare i livelli dei centri delle ruote sulle quali dee piombar l' acqua delle portine, tenendoli a tale altezza, che per tutta quella elevazione di acque, che possa succedere immediatamente di sotto al mulino vi resti assai di franco da non pregiudicare al moto; e però in tal caso si dee prender notizia del segno, a cui si ponno alzar le acque del recipiente nelle sue escrescenze al punto dello sbocco da darsi al canale, e riflettere alla quantità dell' acqua di esso canale, alla sua larghezza nella parte inferiore al mulino, e alla distanza di questo dallo sbocco, ricordandosi tuttavia, che secondo le cose dette all' annotazione 3 del capo 10, nel tratto soggetto al rigurgito, l' acqua del canale non farà inclinarne la superficie, che assai meno di quello che penderebbe, se il canale corresse libero; onde la superficie predetta immediatamente di sotto al mulino non potrà riuscir alta di molto sopra il livello della piena del recipiente, e tanto meno quanto lo sbocco sarà più vicino. Dal livello, a cui si saranno collocate le ruote dipende quello delle soglie delle portine, e di quella dello stramazzo del regolatore, che dee serbare una ragionevol distanza dalle portine suddette, onde può darsi caso, che la caduta del canale dalla sua origine fino allo sbocco, la quale per altro a solo riguardo del fondo di esso, e dello stramazzo da farvisi, sarebbe bastevole, divenga difettosa di sopra allo stramazzo a riguardo di sfuggire l' impedimento predetto del rigurgito, quando si voglia macinare in ogni stato del recipiente; e che però convenga tenere alta di vantaggio la soglia dell' incile, e per conseguente la chiusa, da cui il canale prende origine.

il fondo del canale col escavarlo di tempo in tempo; ed allora sarà venuto il caso d' intraprendere ciò, quando l' elevazione del fondo sarà fatta tale, che cagioni tanto di altezza di acqua nel canale inferiore, che cominci a pregiudicare al moto delle ruote dell' edificio superiore; poichè *l' interrimento di un canale, in caso simile, mai non apporta danno all' edificio inferiore, ma solo a quello che immediatamente gli sta al di sopra.*

Il secondo beneficio, che si ritrae da questi canali, è quello delle navigazioni. Richiedesi a questo fine tant' altezza di acqua, che basti almeno a sostentare le barche, dimanierachè, essendo cariche, non tocchino il fondo; e tanta larghezza, che possano comodamente darsi luogo, nell' incontrarsi due barche; quindi è, che secondo la qualità di queste, addimandano maggiore, o minor conto d' acqua i canali navigabili; o pure (che è il più facile, e consueto) bisogna proporzionare la qualità, e grandezza delle barche all' altezza di acqua, ed alla larghezza d' alveo, che si ha. Ma perchè molte volte, dando la larghezza necessaria al canale, riesce l' altezza dell' acqua così scarsa che si rende incapace di portar le barche, che si vorrebbero adoperare; perciò è necessario di provvedere coll' arte a questo difetto, trattenendo l' acqua, ed obbligandola ad alzarsi di pelo sino a quel segno, che può soddisfare al bisogno; quindi è, che *con debolissimi corsi di acqua si ponno fare canali navigabili da ogni sorte di barche.* Non basta però dare corpo all' acqua con trattenerla, se nello stesso tempo non si provvede al transito delle barche, che per altro resterebbe interrotto dagli ostacoli, opposti al corso del canale per elevarlo di superficie. Ciò s' ottiene col fare, che gli ostacoli possano rimuoversi a piacimento, e la maniera più praticabile è quella dei *sostegni*, che sono una specie di cateratte artificiali.

Sono composti i detti sostegni di due ordini di porte (*fig.* 59.) ognuno dei quali serra attraverso tutto il canale, e sono distanti l' uno dall' altro, quanto basta per dar luogo libero nel sito di mezzo ad una, o più barche, rispetto tanto alla lunghezza, quanto alla larghezza di esse; essendo chiuse le porte superiori, l' acqua al di sopra di esse resta elevata a quel segno che si desidera, ed al di sotto resta bassa più, o meno, secondo le circostanze; e lo stesso succede, quando aperte che siano le porte superiori, restano chiuse le inferiori, dimodochè nel sito compreso fra i due ordini di porte (che dev' essere fortificato di muro) l' acqua, ora si trova alta, ora bassa, (1) con

(1) Per caduta del sostegno s' intende quì l' altezza del pelo d' acqua del canal superiore sopra il pelo d' acqua dell' inferiore, o sia il fondo dell' uno, e dell' altro canale tutto in un piano, o in diversi piani, giacchè nell' uno, e nell' altro modo si ponno fare i sostegni, come l' autore dichiara più sotto nel §. *Dessi-*

quella differenza fra l' altezza, e la bassezza che porta la caduta del sostegno. Da ciò deriva, che entrata che sia una barca nel sostegno, quando le porte inferiori sono chiuse, ed aperte le superiori (il che porta per necessità, che il pelo dell' acqua del sostegno stia in quel tempo a livello colla superficie del canale superiore) si ponno di poi chiudere le porte di sopra, impedendo l' afflusso di nuova acqua nel sostegno medesimo: indi scaricando regolatamente l' acqua racchiusa fra le porte, si viene a poco a poco ad abbassare il di lei pelo, sino ad equilibrarsi con quello del canale inferiore, ed allora aperte le porte di sotto, si lascia luogo alla barca di proseguire il suo viaggio. In modo contrario si dà il passo dalla parte inferiore del canale alla superiore; posciachè introdotta la barca nel sostegno, trova in esso il pelo dell' acqua assai basso, come che le porte superiori impediscono che l' acqua del canale più alto non vi entri: chiuse poi le porte inferiori, ed introdotta con regola nuova acqua nel sostegno, questa a poco a poco va elevandosi di superficie, e solleva la barca, sinchè equilibratosi il pelo del sostegno con quello del canale di sopra, si aprono le porte, e la barca, uscendo dal sostegno, ripiglia il suo cammino.

Nell' empiere e votare i sostegni, si osservano diverse particolarità rimarcabili; poichè *nell' empierli si vede un continuo bollimento di acqua, composto di vortici di ogni sorte*, il quale scuote molte volte la barca, e la aggirerebbe, se non fosse legata a qualche luogo stabile; ciò procede dalle diverse riflessioni, che patisce l' acqua dalle sponde del sostegno, e dalle porte inferiori, siccome ancora dai risalti, che fa dal fondo alla superficie. Questi moti sono maggiori, e più evidenti, quanto maggiore è la caduta del sostegno; e perciò anche sul principio del riempiersi, si osservano maggiori, e più patentemente, e poi vanno scemandosi gradatamente, finchè empiuto affatto il sostegno, terminano in una placidissima quiete. Parimente si osserva che *prima che l' acqua del sostegno arrivi col suo pelo a livello di quella del fondo del canale superiore; o pure a livello del fondo dello sfogatore*, che dà l' acqua al sostegno medesimo, *il riempimento si fa sempre con eguale celerità; ma dopo questa comincia a scemare, e sempre più, quanto minore si rende la differenza dei peli di acqua*. Questo effetto nasce dalla velocità dell' acqua, che prima essendo uniforme, e scorrendo sempre per la stessa apertura, porta nel sostegno in tempi uguali, quantità uguali di acqua; ma poscia trovando il contrasto dell' acqua nel sostegno, comincia a sminuirsi, e la velocità, e la copia dell' acqua; e perciò in tempo uguale non può fare l' alzamento di prima. Per questa stessa ragione, in alcuni casi, ad effetto di non dare scuotimenti violenti alle barche, sul principio del riempimento, si dà minore apertura all' acqua ch' entra nel sostegno,

ma verso il fine si accresce; perchè allora essendo minore il di lei impeto, non può cagionare moti dannosi, come farebbe nel principio, quando la medesima vi entra con più velocità.

Nel votarsi poi dei sostegni si vede tutto il contrario; perchè *sul principio gli abbassamenti dell' acqua sono maggiori, che nel fine;* e ciò nasce dall' altezza di essa, che quanto è maggiore, cagiona più velocità in quella che esce, secondo la proporzione medesima, colla quale si vota un vaso pieno di acqua, come è stato dimostrato dal Torricelli, e da altri. E perchè il votarsi di un sostegno, altera poco il pelo dell' acqua del canale inferiore, e perciò la di lui acqua non apporta impedimento di considerazione a quella che esce, ne nasce, che più *presto voterassi un sostegno di quello che si empia; e tanto maggiore sarà la differenza del tempo, quanto il fondo del canale superiore sarà più alto del pelo dell' acqua ordinaria del sostegno,* come renderassi manifesto dal considerare, che (1) l' altezza la quale dà la velocità all' uscita, è uguale alla caduta del sostegno; ma quella che rende l' acqua veloce nell' entrare, è tanto minore della predetta, di quanto importa l' alzamento del fondo del canale superiore sopra il pelo di acqua dell' inferiore. In fine *l' acqua nell' uscire dal sostegno non fa in esso, quei moti sregolati, che cagiona nell' entrare;* ma bensì nel canale inferiore, abbenchè, a causa dello sfogo, che dà loro il canale, siano di gran lunga meno rimarcabili degli altri.

Siccome *deono avere i sostegni un' acqua regolata,* altrimenti correrebbero rischio di essere in breve roversciati dall' impeto delle piene, e sarebbero incomodi al transito delle barche; così *hanno bisogno di diversivi, e di sfogatori,* che rimovano la superflua, anzi l' ordinaria, quale non dee mai avere esito per lo sostegno, che in tempo di bisogno; ma bensì essere sostentata in modo, che il tratto superiore del canale abbia acqua abbondante per l' uso della navigazione; è perciò dee essa star sempre appoggiata all' uno, o all' altro ordine di porte del sostegno. Queste diversioni di acqua utilmente si adoprano a far muovere diverse macchine; e perciò cadono sotto le considerazioni già fatte.

---

(1) Si suppone in questo luogo, che il fondo del canale superiore non sia in un medesimo piano colla platea di muro, che costituisce il fondo del vaso del sostegno, ed è eguale al fondo del canale superiore, ma più alto della detta platea, e regolato a tale altezza mediante una soglia, sulla quale posano le porte dell' ordine superiore, siccome quelle dell' inferiore posano sulla detta platea all' uscir del vaso del sostegno; e si suppone in oltre, che la soglia predetta, o sia il fondo del canal superiore sia più alto del pelo dell' inferiore. Ciò posto ha luogo la considerazione che egli qui porta.

Deesi ben avvertire, che diminuendosi, per cagione del sostentarsi dell'acqua, il corso alla medesima, qual volta questa sia torbida, succedono degli *interrimenti di fondo;* che però *si tolgono almeno in gran parte coll'aprire, di quando in quando le porte dei sostegni,* o paraporti che vi si trovano, e fare che la velocità del corso dell'acqua in quel tempo escavi il canale, sino alla soglia delle porte superiori, o del paraporto; la quale escavazione viene molto facilitata dalla copia dell'acqua trattenuta, di gran lunga maggiore di quella, che avrebbesi, se il canale fosse aperto, essendo quest'effetto simile a quello, che fanno i rigurgiti del mare negli alvei dei fiumi, che vi sboccano immediatamente. *Giova* anche *molto al fine medesimo il moto delle barche,* che nel loro passaggio agitano l'acqua, e la rendono più veloce, particolarmente nelle parti inferiori, e quando sono tirate contro il di lei corso; al che succede, che staccata l'arena dal fondo, a poco a poco, viene spinta all'ingiù, e finalmente portata al suo termine. Se il sostegno non avrà le soglie più alte del fondo stabilito del canale, egli è evidente, che *la sola apertura delle porte di quello, in tempo di acqua grossa, è bastante per espurgarlo da tutti gl'interrimenti,* succeduti nel tempo che esse sono state chiuse; perchè siccome, libero che fosse il canale, non interrirebbe se medesimo, così quando sia interrito, è valevole senz'alcun aiuto esteriore a ristabilirsi sul suo fondo primiero; e non vi ha dubbio, che dopo aperte le porte del sostegno, il medesimo canale non sia constituito in istato d'intera libertà; quindi è, che *non occorre mai, con soglie attraverso il canale, fare elevare il fondo dello stesso, se non si ha caduta soprabbondante;* ma basta, in caso di avere per appunto la sufficiente, o pure qualche poco deficiente, fare il predetto doppio ordine di porte, tutte dell'altezza medesima, e situare le soglie di queste, e di quelle al piano del fondo del canale. Per altro, *quando l'escavazione del canale interrito non possa ottenersi coll'apertura,* più volte replicata, *delle porte* ultimamente descritte, *converrà ricorrere all'escavazione manufatta,* che è l'unico rimedio in quei casi, nei quali la natura ricusa di cooperare al nostro fine.

Giacchè la materia ha portato di avere a discorrere delle navigazioni, non sarà fuori di proposito d'indicare quì brevemente i mezzi, coi quali si rendono navigabili i fiumi. Tutto ciò che impedisce che un fiume non sia navigabile, o appartiene all'alveo, o all'acqua che scorre per esso. Gl'impedimenti alla navigazione che derivano dall'alveo, sono 1.° *Gl'interrompimenti del medesimo,* come sono le cateratte, la copia dei sassi, particolarmente di mole smisurata ec. 2.° *La soverchia larghezza del letto occupato dall'acqua nella sua mediocrità:* la quale fa, che non si possa avere la necessaria altezza

del corpo di questa. 3.° *Gli scogli che si alzano dal fondo dell' alveo*: 4.° *I vortici*, particolarmente quelli, che per qualche apertura esistente nel fondo, ingoiano l'acqua, e con essa molte volte le cose, che sopra di essa galleggiano. 5°. *La soverchia angustia delle tortuosità*, che non permette che le barche si voltino con facilità, e fa che difficilmente siano tirate contr' acqua. 6°. *Il difetto delle sponde*, o troppo alte, e scoscese, sichè non lascino il luogo conveniente agli animali, che deono tirare le barche al contrario del corso del fiume; o troppo basse, dimodochè siano sormontate da ogni escrescenza di acqua, che le renda pantanose, ed impossibili a praticarsi; o troppo distanti dal filone del fiume, di manierachè da esse non si possa ricevere aiuto alcuno in caso di bisogno ec.

Di questi però, alcuni sono rimediabili, altri no. Poichè le cateratte, se sono artificiali, ponno avere altr' uso più importante, che di rendere navigabile il fiume; e se sono naturali, e il fiume perenne, o sono impossibili da rimuoversi, o troppo dannoso sarebbe l' effetto, che ne fosse per seguire, atteso il profondamento che si farebbe nell' alveo del fiume superiore ad esse, quando però fosse possibile, ed il sito lo permettesse, *si potrebbe derivare un canale dall' alveo superiore, e portarlo a sboccare nell' inferiore, facendo in esso* quel numero di *sostegni* che bisognasse, per fare ascendere le barche dall' alveo di sotto a quello di sopra, ed al contrario: insomma far conto, che la cateratta fosse il diversivo di un sostegno. *I sassi grossi* che si trovano negli alvei dei fiumi, e che col loro ostacolo impediscono il transito alle barche, *ponno levarsi, o rompersi*, qual volta però sia da sperarsi, che levati essi non ve ne rientrino degli altri simili; e perciò quando la qualità dei sassi portati dai torrenti ordinariamente nell' alveo del fiume, è quella che toglie al medesimo la navigazione, è altresì vana ogni opera per levarli, se non si divertiscono i torrenti, il che più volte riesce impossibile.

Alla soverchia larghezza dell' alveo si rimedia, *col tenere ristretta l' acqua*, o con lavorieri alle ripe, che producano delle alluvioni, e che vogliono essere proporzionati al fiume, e dal sito, nel quale si hanno da fare; o se la larghezza dipendesse dalla qualità del fondo difficile da escavarsi, col procurare di fare coll' arte, e coll' opera manuale, quello che non può fare il fiume da se; o pure col fargli mutar corso, e condurlo a scorrere per luoghi, nei quali sia più facile da mantenersi ristretto. Si dee però avvertire, che i fiumi hanno la loro larghezza determinata dalla natura, la quale solo con violenza può sminuirsi; ma in questo caso bisogna riflettere, se il fiume conservi la stessa soverchia larghezza in tutti i siti; o pure se tale larghezza è in un luogo solo: se questo sia, è parimente segno che l' alveo troppo dilatato, è effetto di cause accidentali che ponno

superarsi; ma (1) *se la larghezza sia uniforme in tutti i luoghi, il difetto non procederà da essa, ma dalla scarsezza dell' acqua;* e quando pure il medesimo difetto volesse superarsi, bisognarebbe prepararsi a fare un continuo sforzo alla natura, o pure valersi dell' acqua che si ha, introducendola in un canale regolato, per lo quale potesse avere, ridotta in alveo più angusto, un' altezza necessaria al bisogno.

Gli scogli che si alzano dal fondo dell' alveo, *se restano sempre coperti dall' acqua, sono difficili da levarsi;* pure non è impossibile, e in ciò si ricerca il giudicio di chi ha da operarvi; ma *se* alle volte *si scoprono in acqua bassa ponno spezzarsi*, o collo scarpello, o con mine fattevi dentro; ma rare volte, se non sono bene spessi, impediscono che un fiume non sia navigabile, bensì lo rendono pericoloso in certa altezza di acqua.

I vortici se sono *ciechi, si tolgono colla rimozione delle cause che li producono*, le quali sempre stanno alle sponde, qualche volta nel fondo degli alvei; e perciò chi ben intenderà le cagioni di essi, facilmente comprenderà, come si possa loro provvedere; rade volte però sono questi pericolosi. Ma *le voragini che ingoiano l' acqua, non hanno rimedio alcuno; solo* se fosse praticabile, *si potrebbe derivare un canale che uscisse dal fiume al di sopra, e rientrasse al di sotto della voragine medesima*. La qualità di questo pericolo non si può diffinire, che dall' esempio che hanno dato agli altri, i più incauti, e i più temerarj, siccome in molti casi l' esperienza insegna, quale sia la strada che debba tenersi per isfuggirne il pericolo.

All' angustia delle tortuosità si rimedia in quelle stesse maniere, che si praticano per le corrosioni; e perciò quando riesca inutile ogni altro tentativo, si ponno fare dei tagli, e con essi raddirizzare il corso del fiume.

Perchè le barche vadano a seconda del fiume, poca, o niuna considerazione si dee avere alla qualità delle sponde; ma se deono tornare indietro contr' acqua, e se la forza del vento non è bastante a spingervele, bisogna adoprare cavalli, o altri animali, che colla loro forza superino quella della corrente; perciò *bisogna, che per questi sia preparata una strada*, il più che sia possibile, facile, che nei

(1) Quì *in tutti i luoghi* si dee intendere per tutto quel tratto, per cui si mantiene la medesima qualità del fondo difficile ad abbassarsi con ulteriore escavazione, e perciò attribuisce in tal caso l' autore la larghezza del fiume, alla scarsezza dell' acqua, in quanto non avendo questa assai di forza per rodere il fondo, ma avendola per dilatarsi alle sponde, come meno resistenti, troppo più guadagni in larghezza, di quel che farebbe, se portando il fiume maggior quantità d' acqua esercitasse contra il fondo maggior forza.

fiumi arginati suol essere sopra gli argini, e sul labbro delle golene; e nei disarginati, in tempo di acqua bassa, per le ghiare, ed in tempo di piena per le ripe dei fiumi medesimi. Quindi è, che i siti di queste strade deono essere liberi, e senza arbori dalla parte del fiume, e tanto alte, che l'acqua del fiume non v'arrivi, ma poco di più; e di buon fondo, perchè gli animali predetti non vi s'impantanino. Perciò, *se un fiume avrà le sponde scoscese*, come se fossero di sasso, *e troppo alte, non sarà navigabile, quando dentro del dirupo non si tagli una strada proporzionata*, bassa quanto basta, per non avere una tirata troppo obbliqua; e tanto alta, che non sia bagnata dal fiume; e quando le medesime fossero pantanose, perchè il fiume le sormontasse, bisognerebbe alzarle a modo d'argini, e in questa maniera renderle più asciutte: finalmente, se fossero troppo lontane dal filone, come quando i fiumi di gran larghezza nelle piene, sono assai magri d'acqua, e questa si spinge col corso, ora a una ripa, ora all'altra; bisogna assodare una strada temporanea per le spiagge del fondo dell'alveo, e praticare questa, nella maniera che si può.

Gl'impedimenti delle navigazioni, che appartengono all'acqua, la quale scorre per li fiumi che si vorrebbero rendere navigabili, sono questi. 1.° *La scarsezza dell'acqua medesima*. 2.° *La di lei soverchia velocità*. 3.° *Il camminare ella senza regola*. La scarsezza non è rimediabile per altra strada, che con accrescerla mediante l'unione di più fiumi in un sol alveo, e con acquistare dei rigurgiti, o dal mare, o da' fiumi reali. Alcuni fiumi che entrano nell'Oceano, non sarebbero navigabili, se dovesse servire alla navigazione la poca acqua che portano; ma perchè assorbiscono nei flussi un ristagno di acque marine, in alcuni luoghi di trenta, e più piedi d'altezza, si rendono con tal mezzo capaci di portar barche grossissime. Nella stessa maniera i fiumi tributarj che sboccano nei reali, sono navigabili per qualche tratto coll'acqua, che ricevono di rigurgito da questi; oltre il quale alle volte non sono atti a portare un picciolo batteletto, tanto poca è l'acqua che hanno. Per questa ragione pochi sono i fiumi dell'Italia che siano navigabili; perchè essendo di breve corso, hanno poc'acqua, e per conseguenza gran declività di fondo; ed entrando, o nel golfo Adriatico, o nel Mediterraneo (mari, che hanno poco flusso, e riflusso) non godono del beneficio del rigurgito delle acque marine. *L'unico rifugio* adunque *in caso di scarsezza di acqua è quello di cavarla dal fiume, e d'introdurla in un canale regolato*, che cogli artificj sopra descritti, può rendersi idoneo a qualunque sorte di navigazione.

La velocità dell'acqua dei fiumi, anch'essa ricusa ogni sorte di rimedio; se non è quello di *superarne la violenza del corso a forza di animali che tirino le barche:* dipende la velocità in casi simili,

come si è detto, dall'inclinazione degli alvei, la quale, come determinata che è dalla natura, è insuperabile: l'arte di navigare all'ingiù fiumi, anche velocissimi (abbenchè pieni di scogli, e di correntie impetuosissime) è arrivata a tal segno, che si può dire avere toccati i limiti della temerità; ma quella di navigare allo incontro dei medesimi corsi, non oltrepassa il segno di valersi della forza degli animali; e quando questa non basta, non arriva ella più oltre. Perciò alcuni fiumi sono bene navigabili, ed altri potrebbero rendersi tali, quasi dalla loro prima origine sino allo sbocco nel mare; ma il navigarli al contrario riesce impossibile, se non dentro uno spazio determinato, nel quale le declività degli alvei non sono eccessivamente grandi, è ciò qualunque sia il corpo di acqua che portano.

Il *divagare delle acque*, o sia il correre senza regola, *è un difetto il più facile da correggere di ogni altro*. Non è altro questo corso sregolato, che l'uscire che fa l'acqua dal proprio alveo, dentro il quale correva ristretta, e dividersi in più piccioli rami, ed in fine espandersi, o in una campagna, o in una palude, o in una laguna ec. a cagione della quale diramazione, ed espansione, non ritiene più quell'altezza di corpo, che è necessaria a reggere le navi: a ciò si può rimediare in diverse maniere; posciachè; se nel sito dell'espansione si trova terra da fare argini, basta chiudere i rami superflui, ed obbligare l'acqua a correre per un solo, dentro il quale avrà altezza maggiore; ed arginare le sponde di detto alveo, acciò il fiume non le sormonti; se però ciò solamente succedesse in tempo di piena, e che l'acqua ordinaria, correndo inalveata, bastasse alla navigazione, non occorrerebbe per questo fine fabbricare argine alcuno. Ma mancando la terra per la formazione dell'alveo predetto, si può con pali piantati, ed intrecciati di rami di arbori flessibili, racchiudere da una banda, e dall'altra, un sito eguale a un dipresso a quello, che occuperebbe l'alveo, formato che fosse colle alluvioni, ed introdurvi a sboccare dentro il fiume, il quale se sarà torbido potrà col tempo, e col mezzo delle deposizioni stabilirsi per la strada medesima l'alveo. Bisogna però procurare di secondare con questa operazione l'inclinazione del fiume, altrimenti, si getterà la spesa senza ottenere il fine desiderato. Serve ancora al medesimo fine, o l'escavare il fondo della palude, o il togliere gl'impedimenti al corso; perchè il fiume s'inalveerà per quel sito, nel quale troverà dei concavi continuati, e nel quale incontrerà minori impedimenti, oltre che ciò è necessario per dare il corpo di acqua, e l'adito necessario alle barche: diverse altre circostanze ponno suggerire rimedj di altra natura, che lascieremo scegliere al giudicio dell'architetto.

Ma egli è ormai tempo di ritornare su la materia di questo capitolo, e di riassumere la considerazione degli usi dei canali regolati; il

terzo dei quali è, di *distribuire le acque per le irrigazioni, e per altri comodi*, che ne ricavano quelli che se ne servono. Per condurre con buon metodo, da un luogo all' altro canali di tal natura si debbono osservare due regole, la prima delle quali è, che *il canale sia costituito in luogo alto*, se pure non si vuole cavare l' acqua da esso col mezzo di macchine; e perciò si dee formargli l' alveo, non all' uso degli scoli, nel sito più basso delle campagne, nè al lungo della loro pendenza, ma bensì in piani sufficientemente elevati, e piuttosto attraverso delle campagne; e perciò quelli che sono destinati a questo fine nei nostri paesi, per lo più costeggiano le falde delle montagne, poco importando, che ad oggetto di portarli da un luogo all' altro, si richiedano arginature molte volte assai alte. Anche però *nella condotta di questi canali si deono osservare le cadute e la disposizione del piano di campagna*, per non dare in isconcerti grandi, che tolgono la durabilità all' operazione, e perciò è bene (e sarà l' altra regola) che *il pelo dell' acqua di uno di questi canali si elevi poco sopra la superficie della terra*, o almeno non abbia il fondo più alto della medesima, almeno dalla parte di sopra; altrimenti le sorgive e l' intersecazione dei scoli faranno dei danni. Io ho osservato in molti di questi canali che traversano le campagne, come nel nostro canale di Reno, e in quello che viene da Savena, l' uno, e l' altro dei quali entrano in Bologna; nel naviglio di Milano, ed in quello, per lo quale da Padova si passa a Monselice, che la loro ripa dalla parte della montagna, o non ha bisogno di argini, o pure questi sono bassissimi; ma dalla parte opposta, in molti luoghi conviene sostentar tutta l' acqua a forza di argini, e non ho saputo comprendere, se ciò dipenda dall' avvertenza degli architetti, che prima li disegnarono, o pure dalla natura, che col tempo abbia proporzionato il sito al bisogno del canale. Io oredo però più facilmente quest' ultimo; perchè supposto che sul principio sia un canale munito di argini dall' una, e dall' altra parte, egli è certo, che accadendo rotte, o espansioni dalla parte di sopra, si deono fare delle alluvioni nei siti bassi, e (allargandosi le acque in poco sito, e non avendo altro esito che nel canale medesimo) molto più alte di quello, possano essere, succedendo rotte negli argini del medesimo canale, che risguardano la pianura, dalla qual parte l'acqua uscita dalla rotta, s' espande in maggior latitudine, e fa le alluvioni di gran lunga più basse; quindi è, che il piano di campagna, dalla banda più alta del canale, a poco a poco può essersi alzato al pari degli argini; e quello dalla parte opposta, non essendosi potuto alzare egualmente, nè meno può far sponda al canale, e lascia la necessità di supplire al bisogno coll' elevazione dell' argine. Sia in un modo, o nell' altro, noi possiamo da ciò intendere, quale sia il metodo mostratoci dalla natura, nella

derivazione dei canali simili, e procurare d' imitarlo nelle occasioni.

Per fare poi una giusta distribuzione, o erogazione delle acque di un canale regolato, si dee avvertire. 1.° (1) Che *i centri di tutte le bocche, le quali cavano acque da esso, siano egualmente depressi sotto la superficie della medesima;* altrimenti darassi il caso, che due

(1) È da avvertire, che le regole prescritte qui dall'autore per la distribuzione delle acque in una ragione data, servono per ottener un tal fine secondo il metodo già insegnato da lui medesimo nel libro 6 della misura delle acque correnti, ma non escludono, che tal distribuzione non possa anco farsi con altri metodi, che per avventura potessero essere suggeriti, per li quali farebbe tuttavia d' uopo prescrivere altre regole.

È anco da avvertire, che il detto metodo da lui proposto nel luogo citato, al quale sono uniformi le presenti regole, propriamente riguarda i canali orizzontali, e per conto di essi è dimostrato nelle proposizioni del detto libro 6, comecchè nello scolio 5.° della proposizione 4.ª di quel libro conchiuda parergli verisimile, che possa applicarsi lo stesso metodo a' canali inclinati, ove con qualche artificio si possa fare, che la superficie (non meno che quella degli orizzontali) in ogni altezza d' acqua si mantenga paralella al fondo, che è la seconda delle condizioni che quì egli richiede, affinchè abbia luogo il detto metodo.

In oltre richiedendo egli in questa prima regola, che i centri delle bocche, le quali debbono cavar l' acqua dal canale siano egualmente depressi sotto la superficie corrente dell' acqua, parmi che da ciò si raccolga intender egli, che le dette bocche tutte siano di figura circolare, e volendo poi inoltre nella regola 5.ª che tutte si facciano eguali, si toglie con ciò ogni scrupolo che nascer potesse, o sia per la differenza che può trovarsi tra il centro della figura, e il centro della velocità (ove il diametro della bocca sia di notabil grandezza) o sia per la diversità de' soffregamenti negli orli de' fori; venendo per tal maniera a collocarsi in tutti il centro di velocità egualmente basso sotto la superficie, e a farsi i soffregamenti in ciascun foro affatto eguali; onde a dispensar l' acqua nelle proporzioni, che si dimandano non vi resta che assegnare a ciascuno quel numero di tali bocche, che serba le dette proporzioni. L' istessa sicurezza potrebbe tuttavia ottenersi, se i fori fossero tutti di figura rettangolare, egualmente alti, ed egualmente larghi, e tutti similmente posti ad una medesima bassezza sotto il pelo dell' acqua. Con tali regole dunque meglio si provvede al bisogno di quello, che si farebbe adoperando fori rettangolari di eguale altezza, e di egual depressione sotto la superficie dell' acqua, ma di larghezze proporzionali alle acque da erogarsi, mentre il foro più capace, ne rapirebbe sempre più del dovere a cagione del soffregamento minore per rispetto alla sua capacità, che è quello che egli nota in questo paragrafo alla detta quinta regola, e molto maggiori abbagli si prenderebbero facendo i fori d' altre figure.

Stimo contuttociò doversi alle regole prescritte in questo luogo dall' autore, aggiugnerne a maggior sicurezza un' altra, cioè che i predetti fori siano talmente scavati entro la grossezza della pietra, in cui ciascuno è scolpito, che anco la figura degli orli, e delle pareti del foro per tutta la detta grossezza sia in tutti perfettamente eguale, simile, e similmente posta, dappoichè le celebri esperienze del sig. marchese Poleni da noi accennate nell' annotazione 3.ª del capo primo hanno fatto vedere di quanto momento sia la diversa maniera, in cui è scavato il foro, per variare la quantità dell' acqua estratta, non ostante l' uniformità di tutte le altre circostanze.

bocche uguali ricevano quantità di acqua disuguale, e che la differenza sia assai grande. 2.° Che *la superficie dell' acqua corrente sia*, perciò, *al possibile, sempre nello stato medesimo, o pure*, che *alzandosi, o abbassandosi, si conservi sempre paralella al pelo antecedente;* in altra maniera si varierà la proporzione dell' acque distribuite. Ma perchè ciò è difficile da ottenere, io consiglierei, che *la distribuzione si facesse proporzionata, supposto il pelo del canale nella sua maggiore bassezza;* perchè allora anche succede il caso di avere maggiormente bisogno dell' acqua; e se alcuna lesione, o improporzione ha da succedere, è meglio che ciò sia in tempo di acqua abbondante. Il ristringimento proporzionato del canale può contribuire a mantenere il pelo dell' acqua sempre paralello a se medesimo, e noi abbiamo dato il metodo di farlo nel *VI. lib. della misura dell' acque;* ma ivi abbiamo supposto teoricamente, ed in astratto, che le larghezze del canale siano vive: punto, del quale è assai difficile l' assicurarsi nella pratica. 3.° *È necessario* ancora, *che il fondo del canale si conservi sempre invariato;* posciachè elevandosi, farà alzare il pelo dell' acqua, e le bocche superiori riceveranno acqua più del dovere in pregiudicio dell' inferiori; ed abbassandosi, succederà tutto il contrario. Quindi è, che dopo la costruzione d' un canale, non si dee fare immediatamente, o almeno assodare la distribuzione dell' acque, regolandosi sul fondo dell' escavazione; ma bensì dee aspettarsi, che il medesimo siasi stabilito colle regole della natura, e dopo distribuire la quantità dell' acqua a chi si dee. 4.° *Le bocche tutte si assegnino ne' luoghi, ne' quali il filone cammina paralello*, ed in mezzo *all' una, ed all' altra ripa;* poichè è certo, che se la direzione dell' acqua incontrerà una di queste bocche, v' entrerà in copia maggiore di quella, che uscirà per un' altra, che in parità di tutte l' altre circostanze, sia lontana dal filone predetto, e nella quale debba entrare col solo sforzo dell' altezza dell' acqua. 5.° *S' elegga una misura invariabile, alla quale abbiano da essere eguali tutte le bocche dell' erogazioni, e dovendosi maggior copia d' acqua all' uno, che all' altro, se gli assegnino più bocche separate nella dovuta proporzione*, le quali s' uniscano poi, se così si vuole, in un canal solo dopo la distribuzione; altrimenti regolandosi la proporzione secondo l' aree delle bocche, sempre n' avrà più del dovere la bocca maggiore, come quella che a riguardo dell' area ha minore la circonferenza, e per conseguenza minore l' ostacolo dello sfregamento fatto all' uscita. 6.° Che *i canali i quali ricevono immediatamente l' acqua dalle bocche predette, siano tutti della stessa lunghezza, larghezza, e pendenza, e nella parte interna egualmente lisci;* potendosi ragionevolmente credere, che l' acqua ricevuta in canali più larghi, più corti, e più declivi, riesca anche più copiosa; siccome è certo, che la diversa asprezza

interiore de' detti canali, apporta maggiore impedimento all'uscita dell'acqua: sotto nome di canale in questo luogo, s'intende un tubo che sta applicato al foro della bocca, e trasfonde l'acqua in un canale aperto, per lo quale viene poi portata al luogo destinato. 7.° Perchè alle volte una bocca sola serve a più d'uno, occorre che l'acqua uscita da essa, correndo per lo suo canale aperto, debba di nuovo dividersi; il che può farsi col *preparare un canale di pietra, che abbia il fondo per ogni verso orizzontale, o pure un bottino, nel quale si riceva l'acqua; ed intestatolo nella parte inferiore con un muro, incastrare in esso un marmo, o altra pietra dura, nella quale siano tagliati più fori eguali*, secondo le regole dette di sopra, *che diano a ciascheduno la sua parte dell'acqua*, da portarsi poi ne' fondi de' padroni per via di canali separati. S'avverta però in questa divisione ciò, che si è detto di sopra al numero quarto. 8.° *Quando la divisione s'ha da fare in due parti uguali, basta*, preparato che sia il canale predetto, *fare in esso un divisore, che tagli il corso dell'acqua nel mezzo*, ed obblighi la metà del canaletto a portarsi ad una parte, e l'altra metà, all'altra parte; nel che però si dee procurare, che lo scarico sia ugualmente felice, e che vi sia una perfetta uguaglianza di tutte le circostanze, a favore tanto dell'una, quanto dell'altra parte.

Quelli che distribuiscono, e vendono le acque ad oncie, si vagliono di una quantità per base fondamentale di tutte le altre, che loro è affatto incognita; poichè ordinariamente si desume questa denominazione dall'area del foro, o bocca, che la deriva dal canale, o altro ricettacolo; e sebbene questa può essere invariabile, la quantità però dell'acqua che passa per essa in un tempo determinato, variasi notabilmente, a cagione dell'altezza dell'acqua che sta sopra del foro. Appresso gli antichi Romani, che prima di distribuire le acque, le radunavano in una gran vasca, e situavano tutti i fori all'istesso livello, poteva servire il nome *d'oncia d'acqua*, se non per esprimere una quantità assoluta, e determinata nella sua grandezza, almeno per significare una quantità ideale, o piuttosto proporzionale, che sebbene variasse nella quantità, ritenesse però la stessa proporzione alle altre multiplici, o submultiplici della medesima, come sono i gradi del circolo assunti da' geometri per misurare la quantità degli angoli; ma nei nostri tempi, nei quali le erogazioni si fanno da' canali, e non si ha avvertenza veruna di situare le bocche alla stessa profondità sotto la superficie dell'acqua, il nome d'oncia nient'altro significa, fuorchè l'apertura della bocca dell'erogazione; quindi è, che il signor Mariotte nel suo altre volte lodato libro *del moto dell'acque*, stimò di dovere stabilire la quantità assoluta dell'acqua, che debba chiamarsi un'oncia; e dopo più esperienze fatte per trovare

la quantità dell'acqua che esce da un foro circolare, che abbia un pollice, o un'oncia di diametro, e che sia appena sommerso sotto la superficie dell'acqua del riservatoio; ferma la quantità *d'un'oncia, o pollice di acqua, a quella quantità di essa, che essendo uscita dal suo foro in un minuto di tempo, può essere precisamente contenuta da quattordici pinte di misura di Parigi, ciascuna delle quali contenga due libre*, dimodochè un'oncia di acqua, secondo il detto famosissimo autore, verrebbe ad essere ventotto libre parigine. Ciò è affatto arbitrario; ma non ostante, converrebbe pure, che gl'instromenti s'accordassero in determinare una quantità alla quale potessero avere relazione le altre, o maggiori, o minori.

Discorrendo della distribuzione dell'acque, io non ho preteso, che perciò si debbano togliere gli abusi, che in essa si commettono; poichè so quanto sia difficile di correggere gli errori inveterati, particolarmente quando sono generali, e ridondano in vantaggio di qualcheduno: e nè meno ho pensato di trovare i rimedj a tutti i casi possibili, bensì di aprire l'intelletto a' professori, acciocchè, occorrendone de' non preveduti, possano trovare i ripieghi adattati a fare in tutti i casi la più giusta distribuzione delle acque che sia possibile, particolarmente quando si debbano mettere in essere nuovi canali; onde per fine voglio avvertire, che (1) dubitandosi, che una distribuzione fatta, sia giusta, e facile, trattandosi di piccioli canaletti, di escavare fosse eguali nel terreno, per esempio, di cinque piedi per

(1) L'espediente che l'autore qui suggerisce di assicurarsi della giustezza dell'erogazione dell'acqua per diverse bocche coll'attual misura di quanta ne esca per l'una, e per l'altra in un medesimo tempo è quel solo, che a mio credere può togliere ogni scrupolo in una così difficil materia; nè solamente un tal metodo può servire a saper la proporzione delle acque, ma anco a rilevarne la quantità assoluta, la quale stimo difficilissimo accertare per altra strada, che per quella dell'esperienza, attesi i molti capi di oscurità, ne' quali è inviluppata una tal ricerca, come si può dedurre dalle annotazioni fatte in più luoghi di quest'opera, e singolarmente al primo, e al quarto capo. È ben vero, che se i fori che si paragonano, non saranno egualmente sommersi sotto la superficie dell'acqua, o se essendolo in uno stato di acqua, non lo fossero poi in tutti gli altri (non portando per avventura quel canale la superficie sempre paralella a se stessa) la proporzione trovata non sarà costante, ma si varierà nelle escrescenze, e nelle decrescenze del canale. In tal caso niente saprei dir di più di quello, che l'autore ha detto nel §. *Per fare* alla seconda regola, cioè che si procurasse, che almeno la distribuzione fosse proporzionata, e stasse a dovere supposto il pelo del canale nella sua maggior bassezza, perchè essendo allora appunto maggiore il bisogno, che si ha d'acqua, *se alcuna lesione, o improporzione ha da succedere, è meglio che ciò sia in tempo d'acqua abbondante*.

Se fosse praticabile l'attual misura dell'acqua del canale con raccorla tutta per un tale spazio di tempo entro d'una gran vasca di nota capacità, allora si potrebbe con misurar eziandio l'acqua estratta in egual tempo da uno, o più fori

ogni verso, ed osservare, se si riempiano in tempi eguali; e ciò sarà una prova certa, quando non si possa dubitare, che il terreno sia in un luogo più poroso, che nell'altro.

Servono anche i canali regolati *a fare delle bonificazioni*; ma perchè abbiamo destinato di averne particolare discorso a fine di scoprire alcuni errori, che ordinariamente si commettono, passeremo a discorrere nel seguente capitolo.

CAPITOLO XIII.

Delle bonificazioni, e del modo con che esse possano farsi utilmente.

Ha questo nome di *bonificazione* diversi significati, ma quì si prende solamente *per atto di render buono il terreno*, o reso, o mantenuto infruttifero dall' acque, che stanno stagnanti sulla di lui superficie, o continuamente, o la maggior parte dell'anno. (1) Ciò s' ottiene in due maniere; cioè o per l'essicazione, o per l'alluvione: le *bonificazioni fatte per essicazione sono quelle, per ottenere le quali* non alterandosi la superficie del terreno bonificabile, *si procura che o l' acque si divertiscano altrove*, e perciò cessando la causa, cessi anche l' effetto dell' innondazione; *o pure, che camminino regolate al loro termine* (il che si fa mediante l' escavazione di canali proporzionati) *senza occupare altro sito, che quello del loro condotto*. Le acque si divertiscono dal luogo innondato, o col trattenerle dentro l' alveo proprio, ed impedire loro l' espansione, che prima avevano, armando d' argini le sponde dell' alveo predetto; o pure, quando ciò non basti, coll' obbligarle a prendere altra strada, e dar loro nuovo sbocco; ed il mezzo di ottenere questo fine, sono le nuove inalveazioni, delle quali

di erogazione apposti al medesimo canale, vedere la proporzione di tutta l' acqua del canale, a quella che ne divertono le bocche predette; notizia non meno importante di quella della proporzione delle acque estratte da due diverse bocche; mentre spesse volte si dà, che le acque si compartano assai ragionevolmente fra due, o più, che hanno il diritto di prenderle, ma assai irragionevolmente si tratti col pubblico dandone troppo a tutti, e lasciandone in canale meno di quello, che è necessario ai pubblici usi, come delle fontane comuni, delle navigazioni, de' mulini, e di altri edifizj, che riguardano i comodi universali delle città.

(1) I terreni renduti fruttiferi sia nell'una, o nell'altra di queste due maniere si comprendono sotto il general nome di *novali* di *acquisti*, o di *ritratti*; ma quelli che sono buonificati per alluvione con nome speciale chiamansi eziandio *colmate*, come quelli, che essendo stati per l' addietro seni, e ricettacoli infruttiferi d' acque stagnanti, col mezzo delle torbide vengono ad esser pieni, e ricolmi di fertil terra.

discorreremo nel capitolo seguente. Colla prima maniera è stata bonificata una gran parte della Lombardia, e generalmente sono stati resi fertili tutti quei siti, che sono soggetti alla manutenzione degli argini de' fiumi; in prova di che basta osservare gli effetti che fanno i fiumi medesimi, quando rompendo gli argini, escono dal proprio letto, e si portano ad innondare le campagne; e nella seconda maniera sono stati bonificati altri siti sul Mantovano, Ferrarese, e Romagnola, e ne sarebbero bonificabili molti altri, quando gli uomini s' applicassero a studiare i mezzi per effettuare le diversioni dell' acque, che senza molto studio, da tutti si conoscono necessarie.

Dell' escavazioni delle fosse di scolo, che sono i mezzi più idonei per essicare i terreni occupati dalle acque, abbiamo trattato di sopra nel cap. XI. parlando degli scoli delle campagne, ed altrove: solo in questo luogo si dee aggiugnere, che le *fosse predette rare volte possono far più, che dare lo scarico alle acque piovane, o paludose, e non mai a quelle de' fiumi*, se non con grandissima difficoltà, e lunghezza; e quello che è più con danno degli alvei proprj, i quali essendo l' acque torbide, vengono ad interrirsi ec. Resta perciò da trattare in questo luogo delle bonificazioni per alluvione, delle quali non abbiamo sin ora avuto sufficiente discorso.

Si pratica questo rimedio a que' siti, *i quali sono così bassi di superficie, che non ponno avere scolo da parte veruna*; e perciò conviene che restino paludosi, anche a cagione della sola acqua delle piogge; quindi è, che *affine che possano siti simiglianti avere lo scolo necessario, per mantenersi asciutti, è d' uopo alzarli di superficie*; il che quantunque per piccioli luoghi si possa ottenere, conducendovi la terra d' altronde; rispetto a più estesi però, è moralmente impossibile; e per lo contrario facilmente s' ottiene, col mettere in opera le forze della natura, che vale il dire, col far sì che l' acqua dei fiumi torbidi ve la porti. *In due modi* adunque *si possono adoperare le acque torbide dei fiumi per alzare terreni bassi*; cioè *o col mandarvi a sboccare un fiume*, torrente, o canale, *con tutto il suo corpo d' acqua*, ovvero *col prendere dal fiume vicino quella quantità d' acqua torbida, che si stima possa bastare per ottenere il fine preteso*.

Quando un fiume sbocca tutto in un sito basso (il che non si può fare con utile, se questo sito non è una palude vastissima in proporzione del fiume, e se non si mettono anche in opera molte necessarie altre cautele) *non v' ha dubbio, che tutta, o la maggior parte della materia terrea, che l' intorbida non sia per deporsi, e per conseguenza, che il sito basso non sia per elevarsi*, riempiendosi di terra le di lui concavità. Ma quì debbono osservarsi diversi effetti di questi sbocchi aperti; poichè 1.° *L' altezza della palude si renderà maggiore di prima*; e perciò dilatandosi la di lei circonferenza, occuperà

dei terreni antecedentemente buoni; e perchè ordinariamente *le paludi si trovano nelle parti più basse delle pianure*, e la superficie di queste ha una insensibile declività; quindi è, ch' elevandosi il pelo della palude, il più delle volte si estenderà ad occupare spazio considerabile dei terreni fertili, che prima la circondavano, che per questa causa diventeranno paludosi. 2.° *Se nella palude entravano gli scoli dei campi superiori, l' acqua della medesima elevatasi*, e tanto più in tempo di piena del fiume, *rigurgiterà per li loro alvei*, con interrirli allo sbocco, e per qualche tratto all' insù, arrivandovi torbida; e ne seguiranno quegli effetti perniciosi, che apporta l' alzamento dell' acqua dello scolo, e quello del di lui fondo. 3.° *Lasciando il corso del fiume a disposizione di natura, non è possibile di ottenere la bonificazione di tutta la palude*; perchè esso vi s' inalveerà nel mezzo, o in altri luoghi, dove più lo porterà il genio della natura, formandosi colle alluvioni, le sponde, e separerà la palude in due parti, lasciandone l' una a destra, e l' altra a sinistra. 4.° *Le sponde del fiume* predetto *saranno più alte al labbro di esso, che negli altri luoghi*, e si porteranno a spalto (a modo delle spiagge, che si trovano negli alvei dei fiumi) a seppellirsi sotto il pelo d' acqua della palude. 5.° *Molte volte accaderà, che* il prolungamento *del fiume chiuda l' esito*, non solo alle parti destra, o sinistra della palude, ma ancora *agli scoli che dentro vi sboccavano:* effetto ripieno molte volte di lagrimevoli conseguenze. 6.° Perchè *il fiume nelle sue piene*, disarginato che sia, dee sormontare necessariamente le proprie ripe; quindi è, che *spingendo buona copia d' acqua in dette parti serrate dalla palude, le alzerà così di pelo, che saranno obbligate a spingersi colle innondazioni considerabilmente all' insù*. 7.° (1) *I luoghi vicini agli sbocchi del fiume, si alzano colle alluvioni di pura sabbia, i più lontani col limo;* ma protraendosi il fiume sopra le deposizioni di buon terreno, se ne fanno delle altre arenose, e sopra queste nuovamente si depone il limo, quando cioè, le alluvioni si fanno coll' espansione superficiale del fiume. (2) *Sin che la palude conserva il suo fondo, il fiume influente non vi si prolunga dentro con gran sollecitudine*, e dà a credere di potervi

(1) Per luoghi vicini agli sbocchi, intende l' autore i vicini all' ingresso del fiume nella palude, e non i vicini all' esito, che egli abbia dalla palude in qualche recipiente.

(2) Non è difficile a intendersi la cagione di un tal effetto; imperocchè fino-attantochè il letto, che il fiume si è andato formando per mezzo la palude colle sue posature, resta notabilmente sepolto sotto l' acqua di questa, il fiume da quel punto in giù, in cui sbocca nella medesima, perde la natura di fiume, e dilatando per essa le sue acque non esige più una, che un' altra pendenza, ma si accomoda a quella del suo ricettacolo; ma sì tosto, che la libertà del dilatarsi gli vien tolta, o notabilmente diminuita dal fondo, che lo sorregge, e in un

avere dentro ricetto de' secoli interi, prima di essere giunto coll' inalveazione alla parte opposta, *ma ridotta che sia colle deposizioni a poca altezza d' acqua, allora comincia a scoprirsi terreno con gran prestezza in più luoghi*, e di gran passo s' avanza la linea del fiume. 9.° *Nel protraersi l' alveo dentro la palude*, se pure non è così copioso d' acqua, che possa mantenersi il fondo orizzontale, il che rade volte succede in casi simili, *è necessario che esso si vada alzando di fondo nelle parti superiori*; e perciò che obblighi i popoli a maggiore alzamento di argini nei luoghi, dove prima erano, ed a farne dei nuovi, dove prima non erano necessarj. 10.° *L' alzamento* medesimo *di fondo impedisce l' esito agli scoli che sboccano nel fiume*, e colle sorgive molte volte insterilisce le campagne contigue. 11.° Dandosi il caso, che il fiume il quale sbocca nella palude, ne riceva qualchedun altro nel proprio letto, e per conseguenza, che i terreni serrati fra due fiumi influenti, non possano scolare, che al più nel punto della confluenza. *Se lo scolo di detti terreni, per l' alzamento del fondo del fiume sarà impedito, indispensabilmente dovranno diventare paludosi*. 12.° *Lo stesso succederà, quando nella medesima palude sboccassero due, o più fiumi, i quali dalla natura fossero portati ad unirsi*, colla protrazione delle loro linee, in un alveo solo.

Da tutti questi effetti chiaramente può comprendersi da ognuno, quali siano i danni che procedono dal farsi le bonificazioni a fiume aperto; quanto poco utile portino queste all' universale; e con quanta ragione sveglino i reclami degl' interessati, particolarmente quando non vi sono applicati gli opportuni rimedj, che potrebbero essere: 1.° *Gli argini circondanti la palude*, quando il terreno somministri materia idonea per farli resistenti, e questi ad effetto d' impedire l' espansioni della palude medesima; ma bisogna avvertire di non prendere errore, sì nell' altezza, che nella grossezza, e buona fabbrica di essi. 2.° (1) *Buoni, ed ampj sbocchi alla palude*, per iscarico dell' acque del fiume, e ciò serve ad impedire la soverchia elevazione del pelo della medesima. 3.° *Le chiaviche agli scoli*, quando il sito,

---

certo modo lo guida per quella determinata linea, su cui si sono sott' acqua formate le sponde, riacquista natura di fiume, e però trovando quel letto in positura orizzontale, o almeno non così inclinata, come ricerca la qualità delle materie che egli porta, subito comincia a rassettarselo con nuove deposizioni, le quali tanto più sono sollecite, quanto meno ponno le sue torbide lateralmente divagarsi, e però presto sorgono dalla superficie della palude, e gli formano spalla.

(1) Gli sbocchi alla palude sono necessarj, ed utili, perchè la superficie di essa esorbitantemente non si alzi dalle piene del fiume, e non producano per conto di tale alzamento tutti que' mali effetti, che l' autore ha considerati nel paragrafo precedente, e però soggiugne, e *ciò serve ad impedire la soverchia elevazione di pelo della medesima*; ma non ponno già impedire, che il fiume inalveandosi

e le circostanze ne permettano l'uso; o pure la diversione degli stessi ad altra parte, quando sia possibile, e ciò provvederà anche ai rigurgiti, ed impedimenti dei condotti. Se o l'uno, o l'altro di questi provvedimenti non sia praticabile, è irrimediabile il male. 4.° *La divisione del fiume in più rami*, che portino l'acqua ad interrire regolatamente, prima le parti superiori della palude, e dopo le inferiori. 5.° *Gli argini laterali al fiume*, che impediscono l'espansioni sopra i fondi sufficientemente bonificati. 6.° *Il mantenere il ramo principale del fiume nel mezzo della palude*, acciò la bonificazione possa farsi nell'istesso tempo egualmente da una parte, e dall'altra, e non si chiuda mai l'esito all'acque chiare della medesima. 7.° *Il dar l'acqua limosa alle bonificazioni arenose*, per dare loro quella fertilità, che non è propria della sola sabbia. 8.° *Il salvare qualche picciolo corpo di palude*, quando si conosce necessario, per dare ricetto agli scoli de' terreni superiori, e molte volte anche a quelli della bonificazione, compita che sia. 9.° *In caso che più fiumi sbocchino nella palude medesima, si deono, per quanto è possibile, tenere separate le alluvioni di ciascheduno*, per non impedire lo scarico agli scoli intermedj. 10.° *Quando l'alzamento del fondo superiore del fiume arrivi ad impedire lo scolo de' terreni*, che non ponno averlo ad altra parte, che in esso; e non si possa impedire in modo alcuno, che continuando l'alzamento non si rendano paludosi, *bisogna divertire il fiume dalla palude, e restituirlo al suo corso primiero*, acciocchè escavandosi nuovamente il di lui fondo, si rimettano i terreni superiori in buono stato. 11.° (1) *Quando il fiume inalveandosi per la palude, necessariamente debba così alzarsi di fondo, che non possano scolare in esso i terreni bonificati, bisogna pure divertirlo*. 12.° *Alzato*

---

per la palude, fino agli sbocchi predetti (o fino a quelli tra essi, a' quali lo indirizzeranno le circostanze del suo corso) non si alzi col suo fondo, tanto per entro lo spazio della palude, quanto nelle parti superiori, come in quel luogo si è detto dover seguire.

(1) Si può facilmente prevedere, se il fiume nel prolungarsi la linea attraverso la palude, debba talmente alzarsi col fondo da chiuder l'esito allo scolo de' terreni buonificati; mentre le livellazioni del medesimo fatte nel tratto, ove egli corre inalveato, e nelle vicinanze del suo ingresso nella palude, ponno mostrare qual sia la sua naturale pendenza, conosciuta la quale potendosi altresì sapere la lunghezza del viaggio, che egli è per fare attraverso la palude, fino all'uscire della medesima, si potrà dedurre quanto egli debba pendere dal punto dell'ingresso, fino a quello dell'esito, dopo che egli fin colà avrà prolungato, e stabilito il suo alveo. Prendendo dunque per punto fisso il fondo dell'emissario per cui l'acqua del fiume uscirà dalla palude, caso che questa abbia naturalmente, o artificialmente uno sbocco, o pure quel piano di terra, su cui dovrà andarsi a spianare il fondo del fiume dopo averla riempita, caso che non l'abbia, e da quel punto in su tirando una linea della lunghezza, e della pendenza trovata, si

che sia il terreno, in maniera che possa avere, e mantenere *lo scolo necessario, bisogna divertire l' acqua torbida*, o arginando il fiume, quando sia capace di essere inalveato, senza danno dei terreni superiori, per la palude medesima; o pure dargli altro sbocco, ed inviarlo a termine più reale (1) *essendo affatto impossibile, che un fiume di tal natura possa da se medesimo interamente inalvearsi fra le proprie alluvioni*.

Ciò che si è detto delle bonificazioni fatte a fiume aperto nelle paludi, si dee proporzionabilmente intendere di quelle, che alle volte si pretendono fare, col lasciare aperte lungo tempo le rotte dei fiumi, nelle quali in oltre è d' avvertire, che dei terreni bagnati dalle rotte, altri s' alzano molto, ma di materia cattiva; e sono quelli che soggiaciono immediatamente alle rotte medesime, nei quali anche si formano gorghi, e canali che rendono disuguale il piano della campagna; altri s' elevano meno, ma di terra migliore, e sono i situati in mediocre distanza dalla rotta stessa, ed altri finalmente, ricevendo l' acque chiarificate, non s' alzano di alcuna maniera, ma solo per l' innondazione s' insteriliscono, e sono i più lontani. Effetti perniciosi di questa sorte di bonificazioni, sono l' intersecazione degli scoli; l' interrimento dei medesimi, e dei fossi delle campagne; la perdita delle case, e degli arbori; ed il danno che s' apporta ai terreni

---

vedrà a luogo a luogo se questa riesca superiore, o inferiore, e di quanto alla superficie delle alluvioni da lui prodotte, e che sarebbero in istato di render frutto ove si provvedessero di scolo, e si difendessero dall' espansioni del medesimo fiume. Trovandosi dunque la linea predetta più alta de' nuovi terreni, non potranno le acque di questi aver recapito entro il fiume, e converrà rimoverlo se si vogliono mettere a frutto le nuove alluvioni, se pure non vi fosse modo, o di condurre gli scoli di esse in altre parti inferiori del medesimo fiume passato il tratto della palude, o pure d' inviarle a qualche altro congruo recipiente.

(1) Per fino a tanto che il fiume si va alzando di fondo nel prolungar che fa il proprio alveo, o attraverso la palude, o anco oltre di essa, fino ad un recipiente, a cui tributi le sue acque, ed ivi stabilisca il suo sbocco, certo è, che egli si andrà eziandio alzando di superficie, e perciò non sarà ancora interamente inalveato. Ove poi egli cessi di rialzarsi, rimarrà nulladimeno la superficie di esso (posto un medesimo stato di acqua nel fiume) a quella medesima altezza, a cui si trovava quando cessò l' alzamento; nel quale stato essendosi veduto, che la sua superficie non era per anco incassata, e sepolta fra le alluvioni, niente più potrà esserlo dopo cessato l' alzamento, e però il fiume almeno nelle massime sue piene trabocherà sempre dalle sponde sopra le alluvioni da lui prodotte. Egli è ben vero, che stabilito una volta il fondo le piene sopravvegnenti, alzando sempre alcun poco le ripe con altre posature di limo, renderebbero a poco a poco la cassa del fiume più alta, e capace di maggior corpo d' acqua, e però la maggior forza di questa, potrebbe di nuovo abbassare qualche poco il fondo, onde non avrei difficoltà a credere, che dopo lunghissimo tratto di tempo la superficie delle piene potesse anco rimanere del tutto incassata, ed eguale alle ripe.

(e sono la maggior parte) che senza ricevere alcun benefizio di alzamento, o di alluvione, restano privi delle raccolte per lungo tempo; e se l'acqua della rotta non troverà esito proporzionato, si formerà una palude, la quale caderà sotto le considerazioni precedenti.

Più innocenti perciò, e di *maggiore utilità sono le bonificazioni regolate*, che si fanno prendendo l'acqua dai fiumi, o canali torbidi, ed introducendola in quei siti che si vogliono bonificare; e in ciò pure si deono aver alcune avvertenze. Prima: *deesi avere una buona chiavica nella sponda del fiume*, che possa ricevere l'acqua più o meno abbondante, a misura del bisogno, ed in sito che non sia battuto dal filone, sì per la tema che possa accadere una rotta in quel sito, sì anche, acciocchè per la chiavica non entrino rami d'arbori, che attraversandosi, impediscano, o l'entrata dell'acqua, o l'abbassamento della porta di essa occorrendo; o pure partoriscano altri cattivi effetti. 2°. *Immediatamente dopo la chiavica, si dee preparare un canale arginato al pari degli argini del fiume*, per lo quale si riceva l'acqua torbida, e s'introduca nel sito da bonificarsi. 3.° *Questo sito si dee circondare d'argini*, acciocchè dentro la circonferenza di essi, l'acqua possa rendersi stagnante, e deporre la terra portata: tal circonferenza dee racchiudere il maggior sito che sia possibile, purchè proporzionato alla quantità della torbida, che può essere somministrata dalla chiavica, e con tal mezzo si fa un gran risparmio di spesa. 4.° *Si ha d'avere luogo preparato dove scolare l'acqua, chiarificata* che sia, e non prima; siasi, o canale, palude, o scolo pubblico. 5.° Per buona regola, si dee osservare *di bonificare prima i terreni immediatamente contigui all'argine del fiume*, e bonificati questi, progredire colla bonificazione ai più lontani: con ciò s'assodano gli argini del fiume, anzi si viene ad incassare il fiume fra gl'interrimenti; e conseguentemente con più sicurezza si può proseguire a valersi dell'uso della chiavica. Similmente è anche bene di *cominciare a fare le bonificazioni nei terreni più alti*, cioè più lontani dallo sbocco del fiume, e da questi *passare immediatamente ai più bassi;* perchè con ciò si ha più libero, ed aperto l'esito all'acque chiare. 6°. Se il canale derivato per la chiavica predetta, porterà abbondanza di acqua, *si ponno intraprendere in un tempo medesimo bonificazioni in più luoghi*, diramando l'acqua del canale maggiore, e portandola per altri minori, dove occorre. 7.° Se la bonificazione dovrà farsi in altezza considerabile, *potrà sul principio introdursi per la chiavica la torbida dal fondo del fiume;* perchè portando arena grossa, più presto si farà l'alluvione; ma quando questa sia arrivata ad un'altezza conveniente, e similmente quando il terreno da bonificarsi, ricerchi poco alzamento, allora è meglio situare la soglia della chiavica, alta sopra il fondo del fiume a proporzione. 8.° Perchè i

terreni bonificati, abbenchè asciugati dal Sole, restano nondimeno molto porosi, e perciò, ridotti la prima volta a coltura, s'abbassano considerabilmente; quindi è, che per condurli ad un perfetto stato di bonificazione, fa di mestieri *alzarli con nuove torbide sino a quel segno, che probabilmente si crede dovere bastar loro, perchè siano capaci di buono scolo;* anzi se il fiume che somministra la torbida, andasse alzandosi di fondo per lo prolungamento della linea, e che il sito nel quale deono avere lo scolo, s'andasse altresì elevando, converrebbe di tempo in tempo far correre le chiaviche della bonificazione, ed andare rialzando i terreni di già bonificati. 9.° *Interrendosi i canali della bonificazione*, come bene spesso succede per la poca caduta che hanno, *deono di nuovo scavarsi*, perchè ricevano acqua abbondante dal fiume, se pure non si dasse il caso, che in quel tempo si avesse bisogno d'acqua torbida senz'arena; posciachè allora l'interrimento del canale serve ad escludere *l'acqua del fiume* vicino al fondo, ed a ricevere solamente *la più superficiale, che suol essere gravida di solo limo*. 10°. *Se gli argini* delle bonificazioni *saranno a livello con quelli del fiume*, allora *torna l'istesso, o si chiuda, o si tenga aperta la chiavica, dopo riempiuto di acqua tutto il sito circondato dagli argini*, purchè i medesimi non minaccino qualche rottura; ma *quando fossero più bassi*, assolutamente *ripieni che siano di torbida i siti da bonificarsi, dee serrarsi la chiavica*, acciocchè sopravvenendo maggior copia d'acqua, non trabocchi sopra gli argini delle bonificazioni; è però bene sempre serrarla, e in un caso, e nell'altro. 11.° *Quando si tratta*, non tanto di alzare, quanto *di migliorare terreni, si dee osservare la qualità della torbida portata dal fiume*, trovandosene di quella, che in cambio di rendere fertili, insterilisce i fondi, sopra dei quali si depone. 12.° *Quando non si abbia altro comodo di scolare l'acqua chiarificata, ciò può ottenersi*, il più delle volte *nel sito inferiore del fiume medesimo*, (1) per un'altra chiavica destinata, non a ricevere le torbide, ma a trasmettere le chiare nel di lui alveo, la quale, fatta che sia la bonificazione superiore, potrà servire a bonificare i terreni inferiori. 13.° *Se si fosse affatto senza luogo, dove scolare dett'acque chiare, non per questo si dee tralasciare di fare la bonificazione;* poichè tra l'imbeversi che fa d'acqua il terreno, e tra l'evaporazione, la quale continuamente succede, anderà abbassandosi il livello dell'acqua, e potrà dar luogo a nuova torbida, sinchè fattosi tanto alzamento che basti, si possa rimettere, cessata la piena, nel fiume medesimo per lo stesso canale,

(1) Cioè potrà servire allora a prender le torbide del fiume, e a condurle per colmare altri terreni non compresi nella prima colmata.

e per la medesima chiavica l'acqua chiara della bonificazione. 14.° *Lo scolo di quest' acque chiare*, quando si possa avere in qualch'altro luogo, che nel fiume, dal quale prima partirono, *si promuove con un taglio fatto nell' argine della bonificazione*, che terminata l'escolazione, si dee subito tornare nello stato di prima; o pure è meglio valersi *d'una chiavichetta fatta in sito proporzionato*, da aprirsi, e serrarsi conforme il bisogno. 15.° *Non avendosi terra sul principio, per fare gli argini accennati al* num. 3 *si può lasciare correre la chiavica senza di essi per qualche tempo*, sintantochè gl'interrimenti, i quali succederanno, ne somministrino il comodo, e la materia; ed allora poi bisogna costituirli, secondo le regole già dette.

Coll'osservanza di queste regole si faranno le bonificazioni, con maggior spesa sì, ma con effetto anche più sollecito, rispetto a una parte di terreno circondata dai suoi argini, la quale ridotta a perfetta bonificazione, e coltura, restituisce in poco tempo col frutto le spese fatte. Vero è, che tutto il corpo del terreno da bonificarsi, richiede lungo tempo a perfezionarsi, quando abbia della vastità considerabile; ma *deesi* ben *preferire la sicurezza, e l'indennità dei vicini*, accompagnata dal vantaggio di dare buon fondo alle bonificazioni fatte in questa maniera, *alla brevità del tempo, con che si bonificano i siti, a fiume aperto;* i quali poi anche non ponno chiamarsi interamente bonificati, prima che il fiume non sia stato rimesso nel suo antico alveo, o non si sia stabilito, e regolato il di lui corso fra le bonificazioni, alle quali riesce sempre di danno; oltrechè, *se si vuole abbreviare il tempo alle bonificazioni regolate, ponno mettersi in pratica più chiaviche*, l'una dopo l'altra, e tante che assorbiscono tutta l'acqua del fiume. Ma il fine più desiderabile si è, che *a questa maniera s'alzano i terreni superiori, e laterali al fiume, prima, o nell' istesso tempo, che gl'inferiori, e più lontani*, e la campagna tutta, bonificata che sia, viene ad acquistare un pendio eguale a quello, che ha la cadente del pelo del fiume, levando in gran parte la necessità degli argini coll'incassazione, che succede al fiume medesimo, che è uno dei più potenti rimedj che si possano avere, per impedire le innondazioni, e per dare buono scolo alle campagne; là dove *le bonificazioni a fiume aperto ponno bene elevare i siti più bassi; ma nell' istesso tempo tolgono lo scolo alle campagne più alte*, e rendono paludosi molti siti, che prima erano fruttiferi. La facilità ancora che s'ha di maneggiare i canali delle bonificazioni regolate, fa che si riempiano tutti i siti bassi, e che si possa scavare, o lasciare un buono, e facile scolo per li terreni più alti, il quale è altrettanto necessario a questi, quanto alle bonificazioni medesime, per iscarico delle loro acque, tanto nel tempo che si fanno, quanto dopo che siano perfezionate.

Ridotta che sia una bonificazione al suo ultimo stato, si dee provvedere di scolo per l'acque delle piogge: ma circa questo particolare non credo doversi quì aggiugnere cosa alcuna, oltre ciò che è stato detto, trattando degli scoli nel *cap. XI*. Solo voglio avvertire, ch'è necessario di pensarvi, prima d'intraprendere la bonificazione; posciachè le fosse pubbliche di scolo, in questi casi sogliono essere quelle, per le quali prima si scolavano le bonificazioni; e perciò il pensiere che l'architetto si prende per ben situare, e regolare queste, serve ancora per quelle.

CAPITOLO XIV.

Delle considerazioni d' aversi, quando si vogliono fare nuove inalveazioni de' fiumi.

E l'inalveazione de' fiumi quall' ora si debba fare colle regole dell' arte, non colle forze della natura, una delle più difficili operazioni che accadano ad un architetto d'acqua; siasi, o perchè ad effetto d' intraprenderla con metodo, si richieda una perfetta cognizione teorica, o pure perchè pochi siano nel mondo gli esempj di tali intraprese, da' quali possa dedursene quel lume, che basta per non inciampare, come talvolta è succeduto in errori gravissimi, che hanno resa inutile la spesa di somme immense di denaro, ed obbligati i popoli a desistere dall' impresa, perchè l' esperienza ne ha mostrata l' insussistenza, ed il danno: ed in fatti si vedono anche à' nostri giorni, come disse Tacito della fossa proposta da Severo, e Celeno, cominciata a fare scavare da Nerone dal monte Averno ad Ostia, si vedono dico, sparse in diverse parti della terra, *vestigia irritae spei*. Quindi è, che noi avremo creduto di mancare gravemente al debito che hanno tutti gli uomini di comunicare, e contribuire alla pubblica felicità i proprj trovati, se in questo trattato ci fussimo astenuti dal discorrere di una materia così importante, e dal donare al mondo la notizia di quegli avvertimenti, che le occasioni, l'esperienza, e le dimostrazioni proposte nei precedenti capitoli, ci hanno fatto credere doversi avere, quando si hanno simili proposizioni da esaminare, prima di risolverle sì per non impegnare i popoli a spese inutili, sì per non renderli soggetti con nove operazioni mal pensate, a' gravissimi danni, che molte volte tirano seco l' esterminio d' intere provincie. Io entrerò dunque a darne in succinto gli avvertimenti, che crederò necessarj da aversi nei casi accennati, ma non mi estenderò già a provare ad uno ad uno, la verità de' medesimi, dipendendo questa immediatamente da ciò, che sin ora è stato detto negli antecedenti

capitoli, e particolarmente nel quinto, in proposito delle cadute ec. che è il punto più essenziale da considerarsi.

Le mutazioni adunque *di alveo* che si fanno ai fiumi, sono di più sorti, ma tutte *si ponno ridurre a due capi;* poichè, o si tratta *di mutar l' alveo senza mutare lo sbocco*, o pure *di portare il fiume a sboccare in un luogo diverso da quello, dove prima avea la foce*. Quelle che si fanno senza mutazione di sbocco, per lo più s' intraprendono a fine di allontanare il fiume da qualche sito, al quale colle corrosioni, o in altra maniera, pregiudica, ed alcune volte per avvicinarlo ad altri, a' quali dee servire per difesa, o apportare qualche altro vantaggio. (1) Quest' ultime mutazioni si chiamano *tagli*, e si fanno con sicurezza di esito, quando vi concorrano le necessarie circostanze. 1.° La prima è, che *la via*, o linea *del taglio sia più breve di quella, che dal punto dove comincia, a quello dove termina, è fatta dal corso del fiume;* quindi è, che i tagli distesi in una linea sola, godono d'una prerogativa essenziale per riuscire giovevoli, e sicuri. 2.° Che *il filone superiore del fiume sia ricevuto a dirittura dalla bocca del taglio;* altrimenti, non ostante la brevità minore della linea, il fiume da se non v' entrerà con quell' impeto, che è necessario per mantenervi il corso, allargarlo, ed escavarlo; ma piuttosto di nuovo l' interrirà, e sarà gittata la spesa. 3.° Che *il terreno, per lo quale si dee fare il taglio, sia facile ad essere corroso;* perchè in altra maniera incontrandosi tagli, e fondo, e sponde, che dalla violenza dell' acqua introdotta non possano essere corrose; può ben darsi il caso, che si derivi un canale d' acqua della grandezza che si vorrà, ma non per questo si muti l' alveo antecedente del fiume, se pure la larghezza, e profondità del canale, non si faccia uguale a quella del fiume.

In queste condizioni, (2) basta scavare un canale per la linea disegnata, largo venticinque o trenta piedi (ed in alcuni casi anche meno,

(1) Dei tagli dei fiumi qualche cosa aveva già detto l'autore nel capo 6 al coroll. 11 della prop. 8, considerando allora solamente i riguardi che debbono aversi in ordine al provvedere alla tortuosità del fiume, talmente che dopo seguito il taglio, non abbia a rimanere ancora, o a farsi di bel nuovo tortuoso; e però gli avvertimenti da lui dati in quel luogo, si ponno unire alle presenti regole, quando venga il caso di fare simili lavori.

(2) Non determina l'autore alcuna profondità limitata per l' escavazione, mettendo in conto che nelle circostanze da lui supposte la natura medesima sia per profondare il taglio nelle prime piene che vengono al fiume, come in fatti dovrà succedere; e con tal certezza si può risparmiare molto di spesa nel preparar l'alveo del taglio.

Ma se la necessità di divertire il fiume dalla primiera sua strada fosse così urgente, che convenisse pensare ad aiutare la forza della natura per sollecitare l' inalveazione del fiume nel taglio (come quando il fiume minacciasse nella prima piena una irreparabil rotta negli argini dell' antico suo letto, o quando

bastando, che l' acqua possa cominciare ad avervi corso) e di profondità conveniente, comunicante dall' una parte, e dall' altra col fiume, al quale si vuole mutare l'alveo; poichè nelle prime piene comincierà

---

avendoli già rotti, ne essendovi il tempo di ristorarli, ne sovrastasse innondazioni di gran conseguenza) allora si dovrebbe fare l'escavazione del taglio in larghezza eguale, o poco minore di quella del fiume, e disporre il fondo del taglio in un piano, che congiugnesse il fondo del suo imbocco, con quello dello sbocco; e quindi intestando l' alveo vecchio, con un argine alla maggior altezza possibile, ne seguirebbe alle prime piene il totale abbandonamento dell' antica strada, e lo stabilimento in quella del taglio. Anzi più sicuro ancora, e più sollecito sarebbe l' effetto, se l' alveo del taglio dal fondo dello sbocco insù, fino all' imbocco si escavasse su quella linea cadente, che è naturale al fiume, e su cui col tratto del tempo si dee stabilire il taglio medesimo, che è come continuare all' insù il fondo dell' alveo inferiore al taglio nell' imbocco lasciando come uno scalino, che per necessità dee restarvi quando la linea del taglio si supponga più breve, di quella del letto antico.

Torna qui a proposito l'avvertire, che o siasi preparato a mano l' alveo del taglio nella maniera ultimamente detta, o si lasci alla natura il ridurlo, e rassettarlo con tal pendenza, sempre è necessario, che tutto il letto superiore al taglio anch' egli si abbassi, e si disponga nel medesimo piano del fondo del taglio prodotto allo insù, e paralello a quello del primiero fondo, facendosi un solo piano e del taglio, e dell' alveo superiore ad esso coll' inferiore, il quale non dovrà punto alterarsi; o almeno facendosi dei detti fondi una sola superficie curva seguita, caso che il fiume in diverse sue parti richieda diverse pendenze. Anzi se si considera, che l' acqua nel tratto del taglio, che si suppone retto, non sarà arrestata da quegli impedimenti, che nel vecchio suo alveo le recavano le tortuosità, e per conseguenza avrà corso più spedito, e più velocemente scorrerà uno spazio di data lunghezza, si può dedurne che essa scaverà il fondo del taglio alquanto più di quello, che richiedesse la primiera cadente del fiume, e per conseguenza, che il detto fondo del taglio nel punto dell' imbocco, resterà alquanto più basso della cadente sopraddetta; onde anche il tratto superiore al taglio, il quale si dee appoggiare al detto punto dell' imbocco; verrà ad abbassarsi un poco più di quello che si era detto, serbando egli tuttavia la primiera declività, o pendenza. Si potrebbe anche aggiugnere, che nella parte inferiore al taglio, fosse per seguire qualche abbassamento di fondo, a riguardo della velocità, con cui vi entrerà l' acqua per la strada del taglio, maggiore di quella, con cui vi entrava per la strada abbandonata del fiume; ma ciò non può fare alcun effetto di considerazione, se non per poco tratto, dovendo quest' acqua incanalata che sia nel tratto inferiore incontrar di nuovo tutte quelle resistenze, e quegli impedimenti, che prima vi incontrava.

Da tutto ciò si può dedurre, che quando i tagli siano fatti colle predette regole e cautele, grandissimo è il beneficio che apportano, non pure in ordine ai fini per li quali si sogliono intraprendere (cioè di dirizzare le tortuosità del fiume, e di allontanarlo dai siti, i quali minaccia, o di avvicinarlo ad altri, a' quali può esser utile) ma eziandio in ordine al provvedere a tutti que' disordini, che il fiume portava colla sua soverchia altezza nelle parti di sopra al taglio, come sono i pericoli de' trabocchi, i ristagni degli scoli, gli incomodi delle sorgive, ed altri simili, ai quali il taglio porge rimedio, profondando maggiormente tutto il letto del fiume nella parte predetta.

ad allargarsi, e profondarsi, e col tempo renderassi alveo di tutto il fiume, ed a misura del di lui allargamento, e profondamento anderassi perdendo, cioè ristringendo, ed elevando di fondo col beneficio delle alluvioni, l' alveo vecchio del fiume, sino ad essere abbandonato quasi affatto dall' acqua, che con un picciolo arginello di terra, fatto in luogo conveniente, affatto si divertirà dal sito antico.

In tal proposito sarà opportuno osservare un errore, in cui alcune volte ho veduto incorrere uomini per altro esperti volendo rappresentare in profilo le cadenti, o sia del fondo, o sia degli argini di un fiume, in cui si tratti di fare un taglio, ad effetto di scorgere dal detto profilo lo stato, a cui si ridurranno le dette cadenti per rapporto alle campagne adiacenti, o a' termini stabili situati lungo il fiume, come per dedurre a cagion d'esempio, se la soglia d'una tal chiavica che sbocchi in esso, resterà più alta del fondo, e di quanto, se i tali terreni potranno avervi scolo, qual sia per essere a luogo a luogo l'altezza delle piene del fiume sopra il piano di terra, ed altre cose simili; e l'errore consiste nel pretender di rappresentare le dette cadenti del fiume dopo il taglio nello stesso profilo, in cui già siano delineate in misura le medesime nello stato in cui si trova il fiume avanti il taglio; il che non si può assolutamente fare, ma convien delinearle in profilo a parte, se si vogliono serbare le debite proporzioni delle cadute, e delle distanze. A maggior chiarezza di ciò si osservi la (*fig.* 90.) nella quale si dimostra in pianta l'andamento d'un fiume tortuoso GRIDCBA, e sotto la pianta si vede in profilo la cadente del suo fondo AH, dinotandosi colle medesime lettere apposte alla linea orizzontale del profilo AG i medesimi punti della pianta. Sia lo sbocco, o ultimo termine del fiume A, il punto destinato all'imboccatura del taglio da farsi D, lo sbocco del taglio B, e l'alveo di esso DB. Poichè dunque per le cose dette, dopo seguito il taglio, non si dee cangiar punto la cadente del fiume nella parte inferiore ad esso BA, ne segue, che la parte del fondo AK, che nel profilo corrisponde al detto tratto inferiore BA, dovrà servire ancor dopo il taglio, e rappresentar tuttavia la cadente del fondo in quel tratto. Se dunque ora si pretendesse di ritenere eziandio il medesimo punto dell'orizzontale del profilo D, che risponde al punto dell'imboccatura del taglio D nella pianta, per farlo servire a dinotare anche dopo il taglio la medesima imboccatura, è manifesto, che si errerebbe nelle distanze, mentre la lunghezza DB, che nel profilo corrispondeva alla strada tortuosa del fiume DCB della pianta, non può più rappresentare (ritenendo la scala di prima) la linea DEB del taglio, la quale supporremo di lunghezza minore di DCB. Quindi è, che sebbene per trovar l'altezza, o caduta del fondo del taglio nel suo imbocco sopra il fondo K dello sbocco, si potrebbe raccorciare la perpendicolare DI, terminante al vecchio fondo del fiume I, calcolandone l'abbassamento IL, che in ragguaglio della pendenza nota del fiume, conviene all'accorciamento del viaggio DEB, rispetto alla linea per DCB, e con ciò la positura del nuovo fondo in L, sarebbe giusta quanto all'altezza, nulladimeno congiugnendo LK, la cadente LK non sarebbe quella, che realmente converrebbe al tratto del taglio DEB, perchè tal cadente, atteso l'errore nella distanza DB del profilo, non sarebbe la dovuta inclinazione, che dee essere la medesima, che quella del primiero fondo KI. E se la detta cadente LK si prolungasse alle parti superiori del profilo, come fino alla perpendicolare GH in T, non sarebbe il punto T a quell'altezza, che dopo il taglio avrebbe il fondo del fiume nel sito G della pianta, e supponendola tale si

Ne' fiumi che corrono in ghiara, non sono di esito sicuro i tagli; perchè essendo di loro genio particolare, il mutar corso di quando in quando, cambiandolo da una parte all' altra, per le cagioni addotte a suo luogo; rade volte s' incontra, di goderne lungo tempo il benefizio, il quale può essere così grande che si abbia a desiderare di ottenerlo, anche temporaneo, e con azzardo: ma *ne' fiumi che hanno il fondo arenoso, sono di più lunga durata*, ed anco si conservano perpetuamente, quando s' abbia la dovuta attenzione a mantenerli in dovere.

Incontrandosi che il filone del fiume non entri tanto bene, quanto basta nella bocca del taglio riesce *utile la multiplicazione delle bocche, e de' canali sul principio*, facendoli tutti in sito, il più che sia possibile, esposto alla corrente; e ciò non solo per facilitare maggiormente l' ingresso all' acqua; ma ancora, perchè può darsi il caso, che il filone dell' acqua bassa, ne imbocchi uno; quello della mezzana, un altro; e quello della piena, un altro; dimodochè in tutti gli stati del fiume diasi luogo facile all' ingresso dell' acqua, e conseguentemente si faccia tale allargamento, che poscia renda il taglio idoneo, a ricevere a dirittura tutta la corrente, al qual fine concorrono ancora le intestature, o palificate basse, piantate poco di sotto alle bocche del taglio; perchè l' impedimento ch' esse fanno, serve molto a far voltare l' acqua per le bocche medesime.

Se la strada che si vuole far prendere al fiume, sia più lunga dell' antica, e per conseguenza di minore caduta, non si potrà ottenere

---

farebbe errore nelle conseguenze che se ne ricavassero. Convien dunque per rappresentare in profilo il fondo stabilito, o da stabilirsi del fiume dopo il taglio, fare un disegno a parte come si mostra in *agh*, dinotandosi in esso colle lettere minuscole i medesimi punti, che si dinotano colle maiuscole nella pianta, e nel primo profilo, e tirar la cadente *ak* colla medesima inclinazione di AK; cioè con quella che è naturale al fiume, indi conviene segnare il punto *d* in tanta distanza dal punto *b*, quanta è la lunghezza della linea del taglio DEB, e prolungando *ak* fino all' incontro della perpendicolare *di* tirata per *d*, sarà *i* la giusta positura del fondo nell' imbocco del taglio, ed *ik* sarà la vera cadente dell' alveo di esso DEB. Parimente si dovranno segnare i punti *r*, *g* ec. in tanta distanza dal punto *d*, quanta ne hanno i punti R, G dal punto D della pianta misurando per la strada del taglio; e prodotta a *ki* alle parti superiori in *h*, si avranno nelle perpendicolari tirate per *r*, *g* ec. le vere positure del nuovo fondo stabilito corrispondenti ai punti R, G della pianta, e sarà compito il profilo dello stato del fiume dopo il taglio nelle debite proporzioni; equivalendo insomma il taglio (in ordine a questo effetto) ad un accostamento che si facesse del punto D, e di tutti gli altri superiori all' imbocco al punto B dello sbocco, il quale accostamento fosse tanto, quanta è la differenza tra la primiera linea del fiume DCB, e la linea del taglio DEB, e una simile riflessione può anco aver luogo ne' tagli, ne' quali si muta lo sbocco al fiume, ancorchè il fondo del nuovo sbocco si tenga allo stesso livello, di quello della primiera foce.

l' intento, che a forza d' una buona imboccatura del filone, che molte volte anche riesce inutile, senza l' aiuto di qualche ostacolo inferiore, il quale obblighi l' acqua a prendere la strada, che si desidera; e non mai forse arriverassi all' intento di divertire il fiume totalmente senza intestare l' alveo vecchio di tal maniera, che l' altezza maggiore delle piene, non possa superare l' intestatura.

Quando l' acqua del fiume sia sempre chiara, comechè questa non porta materia, colla quale possa interrire l' alveo antico, può ben darsi il caso, che il corso dell' acqua s' introduca nell' alveo nuovo, anche per la maggior parte; ma non già ch' abbandoni del tutto la strada antica, se non si fabbrica l' intestatura sopraddetta: è ben vero, che lo smagrimento dell' acqua, la velocità sminuita, e la diversione ch' ella ha per l' alveo nuovo, può renderne più facile la costruzione.

Incontrandosi nell' escavazione del canale, terra resistente, e tale da non cedere alla forza del fiume (accidente che rade volte accaderà) fa di mestieri preparare l' alveo in quel sito di tutta la larghezza, e profondità, senza sperare alcun beneficio dall' introdurvisi il fiume; ma succedendo questo caso, forse porterebbe tanto dispendio da non intraprendere l' escavazione.

Quanto poi alla diversione de' fiumi, accompagnata dalla mutazione degli sbocchi, che si chiama *nuova inalveazione*, si debbono *distinguere due casi;* il primo si è, quando l' acqua che dee introdursi nell' alveo nuovo, ha da condursi al suo termine, senza mescolanza di nuove acque; ed il secondo, quando dee ricevere, per istrada l' influsso di altri fiumi.

Nel primo caso l' impresa è assai facile; perchè il fiume medesimo insegna le qualità che ha d' avere il nuovo alveo, spettanti alla larghezza, altezza di ripe, ed escavazione, ma però dee considerarsi il termine, al quale si vuole portare il di lui sbocco, e la lunghezza della strada che se gli assegna. Perciò avanti di risolvere circa la possibilità dell' opera, e circa la sussistenza de' vantaggi che se ne vogliano ricavare, *deono* 1.° *ponderarsi le condizioni tutte dell' alveo vecchio,* e considerare, quali siano quelle che consigliano la mutazione del letto: perchè non essendo esse per migliorarsi, sarebbe inutile l' intraprenderla. 2.° (1) Se

(1) Si potrebbe qui per avventura domandare da quali segni si possa conoscere se l' alveo d' un fiume sia, o non sia stabilito. Intorno a ciò stimo niuno più sicuro indizio potervi essere, che l' esperienza di un qualche numero d' anni, e di escrescenze del fiume, dopo le quali costantemente si osservi non essersi egli ne alzato, ne abbassato di letto, ma tuttora mantenersi nel medesimo stato. Si vuole bensì usare ogni cautela nel fare simili sperienze, nè altro sicuro paragone vi ha, che quello de' punti stabili situati lungo il fiume, come di soglie di chiaviche, di sommità di fabbriche, o d' altri tali termini, che si sappia certamente non essere stati alterati da un tempo all' altro. A questi termini dunque si dee

il fiume ha l' alveo stabilito, bisogna *fare un' esatta livellazione della*

---

riferire colle livellazioni lo stato del fiume, e quando in diversi tempi si trovi il medesimo si può esser certo, che l' alveo sia stabilito.

Tal relazione si può fare in più maniere, e prima riferendo ai detti termini immediatamente il fondo del fiume col livellare quanto egli in un tal sito sia più alto, o più basso di alcun punto fisso in un tempo, e poi col replicare le misure dopo qualche anno; nel che tuttavia conviene aver cura di non s' ingannare tra le irregolarità del fondo, che può avere dei gorghi, o dei ridossi, che siano diversi anco in un medesimo sito in diversi tempi (il che accade specialmente ne' gran fiumi, e ne' luoghi ove l' alveo è tortuoso) senza però che in universale lo stato del fiume sia cangiato. E molto più è facile il prendere in ciò degli equivoci ne' fiumi maggiori, che ne' minori, per esser ne' primi ordinariamente più profondi i gorghi, e i dossi più elevati.

Molto più è difficile trovare immediatamente lo stato del fondo per rapporto a' termini stabili ne' fiumi perenni, perchè in essi dovendosi congiugnere alla livellazione gli scandagli, si può nel far questi non toccar sempre per avventura il maggior fondo del fiume nascosto sott' acqua, o toccarlo in sito ineguale, e che non possa dar regola, onde allora è assolutamente necessario sfuggire i siti tortuosi, e irregolari del fiume, se si vuol prendere qualche lume sicuro da tali sperienze.

Molto più certo indizio, dello stabilimento di un fiume, è quando le maggiori piene di esso dopo un buon numero d' anni si osservino toccar sempre a un dipresso i medesimi segni stabili, o solo con tanto divario, quanto ragionevolmente può attribuirsi a diversi gradi delle medesime piene. Solo si vuole avvertire di non fidarsi di tali osservazioni, quando si facciano in que' siti, ne' quali concorra a sostenere la superficie del fiume il rigurgito, o del suo recipiente, o di qualche influente dello stesso fiume, potendo esser diverse anco in un medesimo sito le altezze delle piene d' un medesimo grado, quando nelle diverse osservazioni che se ne fanno, il rigurgito alcuna volta vi concorre più, altra volta meno, o niente affatto.

Un altro riscontro, e forse il più certo di tutti, può aversi ne' fiumi perenni dall' acqua bassa, cioè o dal pelo ordinario, sotto cui corre il fiume la maggior parte dell' anno, o piuttosto dal pelo infimo, a cui si riduce nelle maggiori siccità. Se i segni che tocca la superficie del fiume in tale stato, si trovano i medesimi in un corso di alcuni anni, non può esservi sospetto di cangiamento nel letto del fiume, tuttavolta che non sia scemata, o pure accresciuta la quantità assoluta dell' acqua, che egli prende dai laghi, o da altre sorgenti.

Suole ancora dedursi argomento di elevazione di letto ne' fiumi dagli alzamenti, che si sa essere stati fatti dagli argini di essi, non costumandosi di far tali lavori quando le piene col loro alzarsi più che prima, non ne indichino il bisogno. Qui tuttavolta si può di leggeri ingannare nel dar nome di alzamento a quello, che può essere stato mera riattazione, per essersi l' argine in qualche tratto abbassato più del dovere; onde anche in questi casi si dee ricorrere al confronto de' termini stabili, e vedere oltre ciò se l' alzamento si sia dovuto fare in universale (almeno per lunghissimi tratti) o solamente a luogo a luogo. Talvolta ancora l' essersi accostato il fiume a battere col filone una ripa, che prima non batteva, obbliga a fortificar l' argine, e anco ad alzarlo, o per maggior robustezza, o per uguagliare lo stesso filone, che si sostiene più alto del rimanente della sezione del fiume (come ha notato l' autore nel capo 6.° §. *L' altezza maggiore*) senza che però lo stato di questo in generale siasi alterato.

di lui declività, (2) con avvertire alle mutazioni, che alla medesima

Un indizio assai forte di abbassamento del letto d'un fiume, è quando la soglia d'un canale comunicante col fiume, e destinato altre volte ad uso di navigazione, si trovi in tempo di magrezza di questo avere sopra di se così poco d'acqua, che non possa reggere i navicelli soliti per l'addietro a passarvi; e molto più se la detta soglia restasse più alta del pelo infimo del fiume, o pochissimo più bassa per modo che l'acqua del canale arrivando alla detta soglia, facesse una cascata per entrar nel fiume; non avendo del credibile, che da principio fosse sì mal collocata, da non poter servire in tale stato del fiume all'uso, a cui si destinava, e perciò dovendosi credere, che il riuscir troppo alta rispetto al fiume nasca da abbassamento del fiume stesso.

Così ancora se nel raccorciare, o altrimente mutare la soglia di qualche chiavica, che scaricasse le acque nel fiume si sapesse essersi questa collocata ad un livello più basso, se le chiaviche più moderne avessero le loro soglie tutte più basse, di quella delle antiche nelle medesime vicinanze, se qualche tratto di campagna assai bassa, che prima era paludosa per non avere scolo assai felice entro il fiume, si trovasse essicata per aver cominciato a tramandarvi le sue acque, tutti sarebbero indizi di abbassamento dell'alveo del fiume. E al contrario ne indicherebbe alzamento l'essersi perduto lo scolo di terre, che prima ne godevano, o immediatamente nel fiume, o ne' suoi influenti, come pure l'essersi i detti influenti rialzati di letto, massimamente nelle parti più vicine a' loro sbocchi, le quali prima delle altre debbono risentirne gli effetti.

Ove manchino indizj dedotti dall'esperienza lo stabilimento del letto d'un fiume, si può ragionevolmente dedurre da questo solo, che per lo corso di molti anni non sia stata fatta in esso alcuna novità atta ad alterarne lo stato. Quando dunque non siano state introdotte in esso nuove acque, ne diramate le sue, quando non ne sia stato naturalmente, o artificialmente ne allungata, ne raccorciata la linea, ne cangiato lo sbocco, quando le materie che egli porta miste alle sue acque sieno tuttavia della medesima condizione di prima, niuna cagione può esservi, per cui non debba in sì lungo tempo riputarsi stabilito.

Al contrario, se fosse accaduta di fresco nel fiume qualche rotta, per cui egli in tutto, o in parte si fosse deviato dal suo alveo, se vi fosse stato introdotto poc'anzi qualche nuovo torrente, e più ancora se questo vi recasse ghiaia più greve di quella dello stesso fiume; se la linea di questo si fosse prolungata nel mare, o fra paludi, se lo sbocco ne fosse stato recentemente trasportato ad altro termine più alto, o più basso, o pure se ritenuta l'istessa altezza del termine, il fiume vi giugnesse per una strada più lunga, o più breve della prima, si potrebbe ragionevolmente temere, che dopo tali mutazioni l'alveo non fosse per anco stabilito, ne sarebbe sicuro livellarne in tale stato la pendenza, per servirsene di norma nella nuova inalveazione da farsene.

In proposito de' fiumi che vanno vagando per paludi, e fra esse prolungano il loro alveo si dee osservare, che l'atto di un tale prolungamento, il più delle volte non è perpetuo, ma interrotto, mentre (per le cose dette nel capo 13) il fiume entrato che sia in una palude, lungo tempo può trattenervisi, senza farsi per essa il nuovo letto, e in tale stato il suo sbocco nella palude, serve di ultimo termine al letto superiore, il quale perciò può aver tempo di stabilirsi, fino a che interrita la palude, si scopra in essa il prolungamento dell'alveo, e allora solo anche il fiume superiore dee tornarsi ad alzare, e in tale stato non può considerarsi come stabilito; che se dopo ciò si avanzerà il fiume a sboccare in un'altra palude inferiore, si potrà di nuovo per qualche tempo stabilir l'alveo superiore,

ponno accadere, a causa, o della materia che porta in siti diversi, o

---

e un'altra volta poi sconcertarsi, quando il fiume si sia incassato in quest' ultima palude. Questo è ciò che è accaduto nel nostro Reno a misura, che è andato interrando ora una, ora un'altra delle valli, per le quali si fa vagare; e con ciò si spiega come l'alveo di esso più volte livellato, e specialmente negli anni 1693, 1716, e 1720 si è ogni volta trovato di mano in mano più alto sopra i medesimi termini fissi, ma tuttavia sempre colla medesima declività, cioè sempre a un dipresso in ragione di 15 once per miglio di misura bolognese.

Intorno alle livellazioni, colle quali prescrive l'autore doversi cercare la pendenza naturale del fiume, che si suppone stabilito, oltre tutte le avvertenze da lui date in questo, ed in altri luoghi della presente sua opera, si vuol ricordare, che ciascun fiume, benchè abbia in ciascun tratto una determinata pendenza propria alla forza delle sue acque, e alla condizione delle materie che ivi porta, nulladimeno questa pendenza non è sì rigorosamente limitata dalla natura, che perpetuamente debba in quel tratto trovarsi la medesima, anzi dee andarsi librando fra due termini estremi, accrescendosi alquanto nelle minori escrescenze del fiume, e scemandosi nelle maggiori, come si è detto in diversi luoghi del capo 5.° e particolarmente nell'annotazione 26, e con ciò si può rendere ragion delle piccole diversità, che sono state talvolta trovate nelle pendenze d'un medesimo fiume, e di un medesimo tratto di esso. Quando dunque si voglia fare nuova inalveazione non v'ha dubbio, che per istar sul sicuro, non si debba prendere per pendenza naturale piuttosto la maggiore, che la minore di quelle, che colle livellazioni si saranno trovate in un tratto determinato, tornando conto in simili casi ingannarsi anzi nel più, che nel meno per giudicare con maggior sicurezza intorno alla sufficienza della caduta nel nuovo alveo.

Conviene ancora avvertire, che ad effetto di ben accertare la detta natural pendenza, fa d'uopo continuar la livellazione del fiume per la lunghezza di qualche miglio, potendo nelle piccole distanze restar oscurata la giusta misura dell'inclinazione, che si cerca dalle irregolarità del fondo. Anzi in vece di livellarne il fondo è più sicuro di livellarne il pelo dell'acqua bassa in istato permanente (da riconoscersi con segni posti a fior d'acqua) e tale, che essa bagni da ripa a ripa in poca altezza, che con ciò si ha un piano più regolare, e che sarebbe esattamente paralello al piano del fondo, se questo non avesse le irregolarità predette. Si potrebbe eziandio livellare il pelo di una piena, riconoscendo negli argini i segni da essa lasciati; ma trattandosi di voler sapere l'inclinazione del fondo, non è sicuro valersi del pelo alto, se non dove questo cammina paralello al fondo, il che secondo le cose dette altrove non si verifica per tutta la lunghezza del fiume.

(a) Conosciutasi colle livellazioni la pendenza del fiume da divertirsi, non si dee pronunciare, che la medesima debba esser quella, che si dovrà dare all'alveo della diversione, senza ponderar prima le cagioni che ponno esservi di mutazione di tal pendenza. Perchè se il fiume nel tratto livellato a cagione d'esempio, porterà una qualità di materia come di ghiaia, ma la diversione debba farsi più in giù in sito, ove non porti più che arena, o se nel detto tratto superiore correrà solitario, ma di sopra al punto, onde vuol divertirsi, sarà già arricchito di altre acque, è manifesto, che la pendenza da darsi al nuovo alveo sarà diversa da quella del tratto livellato nel vecchio. A ciò dunque vuole l'autore che si abbia riguardo, o pure sarà meglio scegliere per la livellazione del fiume un tratto di esso vicino al punto della diversione, e piuttosto inferiore, che superiore,

dell' influsso di altri fiumi, che a lui s' uniscano nelle parti inferiori. 3.° Si deono *misurare le sezioni del fiume* stesso, prima che patisca alcuna alterazione da altri fiumi influenti, ad effetto di accertarsi della larghezza dell' alveo, e dell' altezza delle ripe che addimanda, avvertendo di non prenderle in sito di rigurgito, qual volta egli vi sia soggetto. 4.° Si dee *livellare la campagna per quella linea, per la quale si pretende formare il nuovo alveo*, sino al termine al quale si vuole sboccarlo, e quivi *accertarsi della massima bassezza di questo;* come per esempio, se è il mare del sito al quale il medesimo s' abbassa nel riflusso; e se è un altro fiume, del termine dell' acqua bassa, essendo perenne, o pure del di lui fondo, qualora sia temporaneo. 5.° Quando il nuovo alveo abbia da sboccare in acqua perenne, si dee *cercare, se nel contorno v' è altro fiume, il quale presso a poco sia della stessa grandezza*, e qualità di quello che si vuole inalveare, e scandagliare in esso quale altezza d' acqua, il medesimo abbia il suo sbocco, in tempo d' acqua bassa del recipiente, coll' avvertenza di sfuggire i gorghi, che accidentalmente vi si fanno. 6.° È necessario di *ponderare la caduta che ha il fondo del fiume nel principio della nuova inalveazione sopra* (1) *il fondo che dee avere lo sbocco*, il quale sarà tanto più basso della superficie dell' influente quanto si sarà trovato essere quello dell' altro fiume sopraddetto; e trovando caduta minore di quella dell' alveo vecchio, sarà difficile, che in vece di ricavare vantaggio dalla nuova inalveazione, non se ne riportino danni maggiori de' primi; ma trovandola uguale, o maggiore, si dee osservare come la medesima s' accomodi alla superficie della campagna. 7.° E

---

in cui tutte le circostanze debbano esser le medesime, e in tal caso la pendenza trovata sarà quella, che dovrà serbarsi nell' innalveazione.

Pretendono alcuni, e con qualche apparenza di ragione, che ne' tratti de' fiumi, i quali non portano più che arena, le declività scemino andando all' ingiù a misura, che la sabbia si va assottigliando, il che se sussistesse, potrebbe dar qualche ulterior lume per la pratica di simili derivazioni, e qualche vantaggio nelle cadute. Quello che intorno ciò saprei dire è, che nel Reno, dallo sbocco della Sammoggia in giù per 12, e più miglia non si osserva con evidenza alcuna degradazione sensibile nelle inclinazioni, con tutto che paia certo che la sabbia di esso sempre si faccia di mano in mano più minuta.

(1) Per superficie dell' influente s' intende qui la superficie comune ad esso, e al recipiente nel punto dello sbocco, giacchè in quel punto debbono concorrere amendue le superficie a volere, che lo sbocco sia stabilito, e quale glielo darebbe la stessa natura per le cose dette nel capo 8.

Dal non aver considerato questo profondamento dello sbocco de' fiumi sotto il pelo del recipiente con figurarsi, che l' influente dovesse piuttosto strammazzare da alto sopra di esso, e non seppellirsi tutto sotto la detta superficie, sono nati molte volte, o sinistri giudicj intorno la possibilità delle inalveazioni proposte, o calcoli di spese immense nelle arginature delle dette inalveazioni, figurandole assai più alte del bisogno.

perciò si dee *delineare il profilo della campagna livellata* colle sue misure di altezza, e lunghezza, (1) e sopra di esso descrivere la linea cadente del fondo della nuova inalveazione, cominciando dalla parte inferiore, cioè, dal fondo, che si pretende dover essere quello della foce, e continuandola all' insù colla stessa inclinazione che ha quello del fiume vecchio. In questa operazione si troverà, quale e quanta debba essere l' escavazione sotto il piano di campagna, se il fondo del fiume cammini in alcun luogo sopra di esso; se abbia bisogno d' argini, o se sia per correre incassato; e perciò se sia per portare nocumento agli scoli delle campagne, in caso che ne venisse intersecato

(1) Il metodo che qui prescrive l' autore di delinear le cadenti degli alvei destinati a' fiumi, cominciando dalla parte inferiore, e dal fondo dello sbocco, e venendo alla superiore con quella pendenza, che si è trovata essere naturale (in parità di circostanze) al fiume da inalvearsi, è una conseguenza necessaria della dottrina da lui data in quest' opera, e specialmente nel capo 5.° e nell' 8.° intorno alle inclinazioni de' fiumi, e ai loro sbocchi, e da esso posta in chiaro in una breve scrittura esibita nella visita del Reno fatta da due Cardinali d' Adda, e Barberino del 1693, la quale scrittura si può leggere a carte 165 del 2.° tomo della raccolta stampata in Firenze degli autori che trattano del moto delle acque. Benchè tal regola sia stata a' giorni nostri comunemente addottata da chiunque ha fior di senno, nulladimeno non mancano uomini per altro esperti, che non se ne sono per anco renduti capaci, ingannati, come è da credere, dall' autorità d' alcuni più antichi, e dall' esempio di quello, che questi avevano giudicato in casi simili, e nominatamente in quello del Reno, come si vede da alcuni profili, che sono alle stampe. Pretendono essi, che la linea cadente da darsi al fondo del nuovo alveo d' un fiume che si voglia divertire, sia quella retta che si tirerebbe dal fondo che si trova aver questo fiume nel punto destinato alla sua diversione al fondo dello sbocco, che assegna al detto nuovo alveo. A quelli che così l' intendono, si potrebbe domandare, se direbbero lo stesso, quando il fondo del fiume nel punto della diversione fosse alto v. g. un piede, o due di più, di quel che egli si trova essere, e quando lo neghino dovranno confessare, che il loro metodo non è universale, e rendere una ragione, per la quale così prescrivano doversi fare, quando il detto fondo ha una tal cadente sopra quello dello sbocco, e poi non vogliano che lo stesso si faccia quando egli vi abbia un piede, o due di caduta di vantaggio; la qual ragione non potendo esser altra che questa, cioè che la cadente sarebbe allora troppo ripida, e precipitosa, e che il fiume colla sua forza dovrebbe abbassarsela, dovranno anche render ragione come sappiamo, che per quei due piedi di più divenga precipitosa, quando con due piedi di meno stimavano che stasse a dovere, e in brieve dovranno confessare, che la natura di quel fiume non è indifferente ad ogni pendenza, ma ne chiede una, piuttosto che un' altra, ne occorre volergli prescrivere quella che risulta dall' altezza del punto arbitrario della diversione sopra il fondo dello sbocco, che si è preso anch' essa in distanza arbitraria, perchè ove un mero caso non portasse, che tal cadente fosse appunto quella, che richiede il fiume, ma fosse più ripida, egli se la abbasserebbe, escavandola, onde sarebbe un inutil gettito di danaro fargli due spalle d' argini così alti, e talvolta sostenerlo col fondo in aria, ed ove fosse più dolce del suo bisogno, egli la alzerebbe interrandola, e si potrebbe trovar ingannato chi facesse conto sopra tal cadente di scolar le campagne. Che se poi

qualcuno; se i medesimi debbano essere obbligati alla soggezione delle chiaviche, o pure aver esito nell' alveo nuovo con foce aperta; ed in sostanza *paragonando le condizioni dell' alveo nuovo con quelle del vecchio, facilmente si conoscerà l' utile che se n' è per ricavare*, e se questo meriti la spesa dell' operazione. 8.° Se il termine della nuova inalveazione è un altro fiume, bisogna *mettere a conto l' escavazione del fondo, che dee succedere al fiume recipiente, e quella che dovrà succedere nell' alveo del nuovo fiume, a causa de' rigurgiti*, le quantità delle quali due escavazioni non si ponno esattamente determinare; ma è certo, che influiscono nell' abbassamento dello sbocco; e conseguentemente di tutta la linea cadente del fiume nuovo; e facendosi lo sbocco al mare, si dee pure *far capitale degli effetti del flusso, e riflusso*, che sono già stati annoverati a suo luogo, particolarmente quando la foce sia ben disposta, e non impedita da' venti. 9.° (1) Occorrendo diminuire con argini la nuova inalveazione, *si determini l' altezza di essi da una linea tirata dalla parte inferiore all' insù*, che dee cominciarsi poco sopra il pelo più alto del recipiente, e mantenersi sempre superiore all' altezza, che può avere il fiume nelle sue piene; e perchè queste riescono meno declivi di superficie per tutto

---

diranno, che anco per un piede, o due di più d' altezza si dovrebbe tenere lo stesso metodo, sarà facile colla stessa ragione condurli a confessare, che il metodo sarebbe buono anche per dieci, per venti, e per cento piedi di più che vi fossero, e in brieve ad accordare, che un letto di terra, quantunque ripido, e chino si voglia, non potrebbe esser roso, ne abbassato dalla forza d' un fiume che vi scorresse sopra: assurdo anche peggiore del primo, e contrario alle perpetue, e manifeste sperienze. E perciò dovrassi conchiudere, che il punto del fondo del fiume alla diversione non è punto fisso, ma alterabile, ne può dar regola alcuna per la cadente (quando questa si voglia tal quale la natura la darebbe a quel fiume, cioè stabilita, e inalterabile) laddove il punto dello sbocco, e la pendenza sono due dati certi, e inalterabili, e con essi si può, e si dee guidar il nuovo letto del fiume, sino a piè del vecchio con sicurezza, che un tal letto più non si alteri, e con ciò giudicar dal profilo, se il fiume possa aver caduta nel detto letto, e di quanto si debba alzare, o abbassare nelle parti superiori, per ispianarsi anche al di sopra un alveo continuato col nuovo, fino al detto sbocco.

(1) È da avvertire, che nel determinare l' altezza massima del pelo del recipiente, ove questo sia un fiume, si dee metter in conto anche quel di più, che egli può alzarsi per l' unione dell' influente, oltre i segni a' quali si alza prima di tale unione: ciò dico è necessario a considerarsi almeno per assicurarsi di contenere le prime piene de' due fiumi, che si incontrassero ad un medesimo tempo, comechè nel proseguimento sia per succedere, che il pelo del recipiente in luogo d' alzarsi maggiormente si abbassi a cagione dell' abbassamento del suo fondo, siccome si è mostrato nel capo 9, e specialmente nell' annotazione 11.

Se poi il termine del nuovo alveo fosse il mare, allora si potrà regolar la cadente de' suoi argini, tanto vicino allo sbocco, quanto nelle parti superiori, coll' esempio di quelle che ha il medesimo fiume presso il mare, caso che sbocchi in esso anche avanti la diversione, o con quello di altri simili fiumi della stessa

il sito, che risente il rigurgito del recipiente; perciò vicino allo sbocco ponno essere gli argini anch' essi meno inclinati, ma più lontano deono presso a poco, secondare col loro piano superiore la cadente del fondo dell' alveo. 10.° *La distanza degli argini si desume dal fiume vecchio*, se pure l' esperienza non avesse mostrato, ch' essa fosse, o maggiore, o minore del bisogno; ma *vicino allo sbocco deesi ben avvertire di tenerli abbondantemente distanti l' uno dall' altro*, a riguardo delle mutazioni di sito, che per cause accidentali ponno avvenire allo sbocco medesimo, particolarmente quando non s' incontra di eleggerlo buono sul principio. 11.° *La larghezza dell' escavazione può determinarsi in due maniere*; perchè se si pretende di voltar il fiume tutto in una volta per l' alveo nuovo, allora bisogna darli la larghezza, ch' è propria del fiume vecchio; e ciò è necessario, quando, o la lunghezza dell' alveo nuovo sia maggiore di quella del vecchio, ed eguale la caduta dell' uno, e dell' altro; o il filone del fiume non imbocchi bene la nuova escavazione, ed in tal caso bisognerà intestare il fiume vecchio poco sotto l' imboccatura del nuovo, per obbligare l' acqua a correrví dentro; ma quando il guadagno della caduta fosse considerabile, ed uguale, o minore la lunghezza della strada; ed in oltre, quando il filone entrasse a dirittura nell' alveo nuovo, basterebbe escavare l' alveo per la quinta, o sesta parte (più, o meno secondo le diverse condizioni ec.) della larghezza naturale del fiume; perchè cominciando a correre l' acqua dentro l' alveo nuovo, e trovandovi facilità di corso, col tempo se lo proporzionerà al bisogno, ed interrirà l' alveo vecchio.

Tutto ciò si dee intendere, rispetto ai fiumi torbidi, poichè *quelli, che portano acque chiare, basta che abbiano apertura al termine inferiore, e non siano più bassi di superficie del medesimo* per potervisi portare: quanto però alla larghezza degli alvei, all' altezza, e distanza degli argini, ed alla facilità del corso, non sono diversi gli uni dagli altri: si dee però considerare la possibilità degl' interrimenti, anche ne' fiumi d' acque chiare, per la corrosione, e dirupamento delle ripe, escavazioni di gorghi ec. e la morale impossibilità di escavarli interriti che siano; e perciò non torna il conto d' azzardarsi con difetto di caduta, a fare nuove inalveazioni di gran lunghezza,

---

spiaggia, che parimente vi sbocchino, e con ciò si potrà aver certezza di non errare, nè col tenerli inferiori al livello della massima altezza del mare, che dà regola ad essi presso lo sbocco, nè col mancare di debitamente inclinarli per imitare la cadente della piena alquanto più sopra lo sbocco, la qual cadente suole essere ivi più inclinata di quella del fondo del fiume, e di quella dell' acqua bassa, e tanto più si sarà sicuro di secondar con ciò la superficie alta del fiume, quanto più esattamente si imiteranno le degradazioni delle larghezze degli altri fiumi simili nel loro accostarsi al mare.

e larghezza; particolarmente quando l'acqua è perenne, e non si ha dove divertirla, in occasione di voler espurgare i fondi interriti.

Quando *l'inalveazione nuova* ha da essere *destinata a ricevere più fiumi*, che dentro vi scorrano, ed abbiano foci diverse, deono distinguersi due casi. Perchè, o i fiumi sono di simile, o di differente natura: sono di simile natura quelli, che nelle confluenze portano materie omogenee; e di differente natura sono quelli, de' quali la materia portata sino alle foci è di sostanza diversa.

Se si darà il caso, che *i fiumi da unirsi in un solo letto, portino tutti materia omogenea* (per esempio, arena ec.) nel sito dell'unione; e che quello che ha da ricevere gli altri abbia caduta, e forza sufficiente a spingerla sino al suo termine, e che la situazione della campagna concorra a mantenerlo incassato, sarà di esito sicuro la nuova inalveazione; perchè (1) essendo l'unione di più acque correnti, cagione di maggiore profondità negli alvei, e di maggiore bassezza nelle massime piene; ed in oltre rendendosi con ciò minore la necessità della caduta dell'alveo; manifestamente ne segue, che *quel pendio che basta ad un solo fiume sarà tanto più bastevole a molti uniti insieme;* e se il piano di campagna può tenere incassato il primo, potrà essere molto più capace di tenerne incassati molti: anzi quando nell'inalveazione di un solo fiume, si potesse dubitare di qualche picciolo danno, dipendente dalla soverchia altezza del fondo, l'accoppiamento di altri, potrebbe esserne il rimedio. (2) Solo resta in questo caso incerta la larghezza dell'alveo, la quale dipendendo dalla natura del terreno più o meno facile da cedere al corso del fiume, e dall'abbondanza dell'acqua del medesimo, non si può esattamente

---

(1) Siccome questo discorso non si applica che a quel caso, in cui le acque correnti de' fiumi insieme si uniscano nelle loro piene, così non si dee indifferentemente adattare ad ogni influente, che debba entrare nel nuovo alveo, ma solo a quelli che ordinariamente abbiano le loro piene contemporanee a quelle del fiume che si tratta di divertire, e quando altrimente fosse, non si potrebbero aspettare di tale unione i vantaggi che qui si considerano, anzi ove il fiume influente da se solo richiedesse maggior pendenza, di quella del solo recipiente converrebbe che si alzasse il fondo dell'alveo comune, quando le piene dell'influente vi entrassero senza le acque dell'altro.

(2) Tale incertezza sarebbe anco maggiore, ove le piene dell'influente non fossero contemporanee a quelle del fiume che lo riceverebbe, mentre allora se all'alveo comune della confluenza in giù, si sapesse anco assegnare quella giusta larghezza, che richiederebbero le loro piene unite, tal larghezza riuscirebbe soverchia nel caso più ordinario, in cui le piene venissero separate, e ne seguirebbe ristrignimento del detto alveo comune, il qual ristrignimento nell'altro caso possibile, che le dette piene s'incontrassero ad un tempo stesso, potrebbe poscia portar seco pericolo di trabocchi; nè mai si potrebbe il detto alveo comune ridurre a perfetto stabilimento.

determinare; nulladimeno non si potrà correre grande sbaglio, se si avvertirà a ciò che succede in casi simili a quello, che si ha tra le mani oltre che, se si ha bisogno d'argini, basta abbondare nella loro distanza piuttosto che mancare; e se questi non saranno necessarj, l'elevazione che farà la terra scavata dall'alveo nuovo, e gettata sulle sponde di esso potrà servire di riparo, occorrendo alle espansioni del fiume, sin tanto che acquistando il fiume da se la larghezza dovuta alle sue circostanze, si avrà proporzionato l'alveo.

Si dee in oltre riflettere, che *la nuova inalveazione può esser cagione, che i fiumi influenti in essa abbenchè prima portassero materia omogenea, comincino poscia a portarla eterogenea:* ciò potrà succedere, quando il fondo dell'influente, nel sito dove fosse intersecato dal nuovo alveo, restasse molto superiore alla linea cadente del fondo dell'inalveazione, e che dovendo abbassarsi, aggiugnesse caduta considerabile al suo letto superiore, il quale perciò si rendesse idoneo a spingere la ghiara nell'alveo nuovo, sebbene prima non ne portava; il che accadendo, potrebbe esservi qualche dubbio di buon esito, ed avrebbero luogo delle considerazioni ulteriori. Quindi è, che per accertarsi che i fiumi uniti si conservino sempre della stessa natura, è necessario tal sito per l'inalveazione, che quando anche s'accrescesse la caduta ad alcun fiume influente, non possa sensibilmente mutarsi la di lui natura nella confluenza; o pure quando la necessità ricercasse l'elezione di sito diverso, bisognerebbe provvedervi con fabbriche di muro, a modo di chiuse, o cateratte, atte a sostentare il fondo del fiume allo sbocco, e ad elevarlo anche qualche poco di più, se si ha dubbio, che la velocità dell'acqua cadente dalla chiusa possa rapire dalle parti superiori materia pesante, e portarla nel nuovo alveo.

Al contrario, se il fiume influente avrà nel sito dell'introduzione, il fondo considerabilmente più basso della cadente della nuova inalveazione: egli è evidente, che dovrà alzarsi allo sbocco, sino al sito ch'è dovuto alla natura delle foci, e che in conseguenza interrirà il proprio alveo sino a quel segno; quindi è, che prima di fare simili operazioni, non solo è necessario di considerare il sito dell'alveo nuovo; ma in oltre quello di tutti i fiumi influenti, per assicurarsi, se fatta che sia l'inalveazione, siano i loro letti per elevarsi, ed interrirsi, o per abbassarsi, ed escavarsi: e ciò affine di trovare i rimedj opportuni alla qualità degli sconcerti, che nell'uno, e nell'altro caso fossero per succedere. Per altro, anche *in questa sorte d'inalveazione sono necessarj tutti gli avvertimenti, e regole addotte di sopra, per l'inalveazione d'un fiume solo.*

Quando *i fiumi* siano *di differente natura*, è d'uopo distinguere più casi: perchè se i fiumi superiori porteranno materia più pesante

degl' inferiori; come sarebbe a dire, se il fiume principale portasse ghiara grossa; il primo influente più minuta; il secondo anche più minuta; e così gradatamente sino agl' inferiori, che portassero sola arena, o limo; in tali circostanze (se per tutto lo spazio, nel quale i fiumi portano ghiara, vi sarà caduta uguale, a quella che ha d' avere il fiume principale, nel principio della nuova inalveazione; e da quel luogo in giù, uguale a quella che ha il fiume predetto in sito, dove corre in arena; e che concorrano tutte le altre circostanze per un utile, e buona operazione) si potrà assicurare della buona riuscita di essa: la ragione, anco in questo caso è manifesta; perchè, (1) se il fiume principale potrebbe portarvisi da se medesimo, maggiormente potrà farlo unito che sia con altri; tanto più che si suppone la caduta idonea a spingere ghiare più grosse per tutto il tratto, nel quale i fiumi influenti possono portare la ghiara nel nuovo fiume; e sebbene si può dubitare, che l' unione di più acque possa spingerla più giù di quello che si figura: ciò non ostante, però questo difetto probabilmente sarà compensato dalla caduta, che nell' unione di più fiumi, richiedesi minore di quella che si suppone convenire ad un solo; e dalla diminuzione delle ghiare, che tira seco la necessità di minore pendio. *Questo* però *è un punto da considerarsi sul fatto*, e che richiede un giudicio ben pesato, per fare un' aggiustata compensazione degli eccessi, e dei difetti.

Ma quello che porta seco maggiore difficultà, e che non può accertatamente praticarsi, se non quando si ha caduta esorbitante, ed altezza di piano di campagna considerabile, si è il *caso, nel quale i fiumi influenti portino materie più pesanti di quelle del fiume principale, nel punto dell' intersecazione*; poichè egli è certo, che quando anche la caduta del nuovo alveo fosse tanta, che bastasse per lo corso del primo fiume che v' entra, non perciò si può con sicurezza concludere, che possa bastare per tutti; attesochè, se i fiumi inferiori vi porteranno dentro ghiara grossa, che faccia in esso qualche elevazione, può essere che questa sia tanto grande, che tolga la caduta al fiume principale, e l' obblighi perciò ad elevarsi di fondo; potendo ben giovare l' unione dell' acqua, a fare, che la materia deposta non renda l' alveo tanto declive, quanto richiede d' essere quello dell' influente; ma non già ad impedirne affatto la deposizione, la quale in certi casi potrebbe essere tanto grande, che facesse elevare il fondo del nuovo alveo sopra 'l piano delle campagne. Lo stesso può succedere al

(1) Anche questo discorso suppone, che le escrescenze de' fiumi siano almeno per l' ordinario contemporanee, e perciò si applica a quei soli fiumi, ne' quali concorre tal circostanza, e qui di nuovo hanno luogo le riflessioni fatte nelle due note antecedenti.

primo fiume influente per le deposizioni del secondo, al secondo per quelle del terzo, e così successivamente, sinchè s'arrivi ad uno la cui caduta al suo termine basti (senza far nuovo alzamento, o tale da sormontare le ripe) per ispingere le ghiare proprie sino al termine prescritto loro dalla natura, e per farlo correre felicemente allo sbocco.

Per assicurarsi della quantità dell'alzamento di fondo, ch'è per seguire in questi casi, *sarebbe necessario d' inventare un metodo di delineare le linee cadenti del fondo de' fiumi uniti, in ogni possibile circostanza;* ma questo sin ora non è stato tentato, ne trovato da alcuno; è forse, se non è impossibile, almeno è tanto difficile, che moralmente può equipararsi allo stesso impossibile. Quindi è, che mancando una regola certa per fare inalveazioni di questo genere, si ha bisogno di cercare altri mezzi per potere, se non certamente, almeno con molto di verisimilitudine giudicare della loro possibilità.

Pare assai conforme alla natura, ed alle osservazioni, le quali si sono fatte de' fiumi, che le ghiare introdotte in un fondo orizzontale, non possano essere trasportate all'ingiù per qualunque forza d'acqua corrente; e di fatto non si vede che i fiumi reali ne portino di sorte alcuna al loro sbocco; anzi io ho sempre creduto, come ho motivato in altro luogo, che la cagione per la quale il Pò ha stabilito il suo alveo per mezzo della gran pianura della Lombardia, sia stata che i fiumi influenti dall'una, e dall'altra parte, colla deposizione delle materie ghiarose, lo abbiano impedito di stabilirsi in altro luogo, che in quello in circa dove egli corre al presente; ed in fatti si vede, che tolto quel tratto del di lui alveo, per lo quale corre su il fondo continuatamente ghiaroso, non riceve più da alcuno de' fiumi influenti altra materia, che arenosa. Quindi pare che si possa raccogliere, che *le cadenti de' fiumi in ghiara, quantunque abbondanti di acqua, desiderino qualche declività*, la quale probabilmente dee essere maggiore di quella, ch'è dovuta a' fiumi mediocri che corrono in arena; cioè a dire più di quindici, o sedici oncie per miglio, e tanto maggiore, quanto i fiumi sono più scarsi di acqua, e le ghiare più grosse. Egli è poi certo, che le cadenti superiori deono appoggiarsi sopra le inferiori; cioè a dire, che siccome la cadente ultima del fiume viene regolata dalla bassezza dello sbocco, così il termine di quella che è immediatamente superiore a questa, si regola dall'altezza dell'ultima nel suo principio, e così successivamente; quindi è, che quando nelle parti inferiori di un fiume sia necessaria molta declività, ragionevolmente può dubitarsi, che il piano di campagna non possa sostenere l'inalveazione; e perciò nell'ultimo caso addotto, è più da dubitarsi di sinistro esito, che da sperarsi buona riuscita.

Un sol metodo vi è, che possa dare qualche barlume in materia

così ardua, ed è di *considerare l'inalveazione gradatamente, come se si dovesse inalveare solo l'ultimo fiume al termine preteso*, e vedere ciò che sia per riuscirne: indi figurandosi fatta questa inalveazione, qual volta sia ella possibile, o in istato da potere migliorarsi coll'unione di un altro fiume, cercare quale esito avrebbe l'introduzione del fiume immediatamente succedente nell'alveo del già detto; e parendo che questa sia riuscibile, passare alla considerazione del terzo, e così successivamente sino al fiume principale, e quando si trovasse, che ad uno ad uno dassero speranza di buona riuscita, allora in caso di precisa necessità, potrebbe farsi l'inalveazione del fiume inferiore, ed aspettarne il successo, il quale corrispondendo al figurato, si potrebbe passare all'inalveazione dell'altro; e così proseguire, osservando sempre prima d'intraprendere nuova operazione il successo della precedente; e trovando qualche effetto non pensato a svantaggio dell'inalveazione, segno sarà di essere arrivato a quel termine, che la natura permette; e conseguentemente non sarà buon consiglio l'avvanzarsi più oltre.

La considerazione dello stato della campagna, per la quale si pretende far passare il nuovo alveo; dell'altezza, e declività della medesima; del modo con che ella è stata fatta, cioè se naturale, o fatta dalle alluvioni; degli effetti de' fiumi, i quali la bagnano; delle loro circostanze; della situazione degli scoli, e loro termini; e molto più il riflesso ad altre operazioni di simil natura, qual volta se n'abbia l'esempio; e l'esame degli effetti che ne sono derivati, ponno alle occasioni suggerire de' motivi per maturare, o negligere le proposizioni di questa sorte d'inalveazioni. Le livellazioni esatte de' termini, e de' mezzi dell'inalveazione proposta, regolata ne' termini di già addotti; l'osservazione del fondo de' fiumi influenti, e della materia che portano; quella di altri fiumi uniti, ad oggetto di dedurne dall'esperienza la degradazione delle cadenti; e tutte le altre inspezioni proposte negli altri casi di sopra mentovati, potranno poi somministrare i mezzi per istimare presso a poco gli effetti, che potranno derivare da ciascheduna delle inalveazioni, da esaminarsi col metodo precedente, prima di mettere mano all'operazione.

FINE.

INDICE
DE' CAPITOLI

Cap. I. *Della natura de' fluidi in generale, e specialmente dell' acqua; e delle di lui principali proprietà necessarie a sapersi per la perfetta cognizione di questa materia* . . . . . pag. 1
II. *Dell' origine de' fonti naturali* . . . . . „ 39
III. *Della divisione de' fiumi, loro parti, attinenze, e denominazioni* . „ 50
IV. *Del principio del moto nell' acque correnti, e delle regole di esso più principali* . . . . . „ 56
V. *Della situazione del fondo de' fiumi, cioè delle profondità, larghezze, e declività de' medesimi* . . . . . „ 93
VI. *Della rettitudine, e tortuosità degli alvei dei fiumi* . . . . . „ 134
VII. *De' moti che s' osservano nell' acque de' fiumi in diverse circostanze* „ 180
VIII. *Dello sbocco d' un fiume in un altro, o nel mare* . . . . . „ 209
IX. *Dell' unione di più fiumi insieme, e loro effetti* . . . . . „ 239
X. *Dell' escrescenze, e decrescenze de' fiumi, e della proporzione colla quale s' aumentano l' acque de' medesimi* . . . . . „ 258
XI. *Degli scoli delle campagne, e loro regole* . . . . . „ 283
XII. *De' canali regolati, e delle regole più principali da osservarsi nella derivazione di essi* . . . . . „ 304
XIII. *Delle bonificazioni, e del modo con che esse possono farsi utilmente* „ 337
XIV. *Delle considerazioni da aversi, quando si vogliono fare nuove inalveazioni de' fiumi* . . . . . „ 346

SPIEGAZIONE DELLA FIGURA LIII.

Nella quale si esprime la Chiavica di Burana posta al Bondeno sul Ferrarese.

A. Prospetto esteriore della Chiavica.
B. Pianta della medesima.
C. Alzato, o spaccato della Chiavica stessa, nel quale si vedono l'aperture de' due archi, per li quali esce l'acqua dal condotto nel fiume, i quali archi si chiudono alle occorrenze con li tavoloni E, E, che s'alzano, e s'abbassano ad uno ad uno col mezzo delle due ruote, che sono di quà, e di là dalla lettera C, l'una delle quali è delineata a parte in D, acciocchè si possa vedere la maniera, colla quale essendo girata la ruota D, avvolge intorno del suo asse la corda, a cui sta annesso un uncino, che mandato giù, ed attaccato al tavolone E, lo tira su, o l'abbassa conforme al bisogno, il qual tavolone corre sempre dentro l'incastro F.

SPIEGAZIONE DELLA FIGURA LVII.

La quale mostra in prospetto la Chiusa di Casalecchio lontana tre miglia da Bologna sul fiume Reno.

AB. Piano superiore della Chiusa, che obbliga l'acqua della parte superiore del fiume CAB, ad entrare per l'Incile G, detto il Boccaccio nel canale LM.
F. Primo paraporto, detto il paraporto grande, la cui porta, alzata che sia, rende l'acqua del canale, al fiume, e scava il fondo del canale da F, sino al di sopra dell'Incile G.
HI. Due sfogatori, o risoratori, o diversivi a fior d'acqua, i quali servono per iscaricare nel fiume l'acqua superflua.
K. Secondo paraporto detto del prato, che serve all'uso medesimo, che il paraporto F, escavando il canale da K, sino in L; dopo il quale ve ne sono molt'altri destinati al fine medesimo.
LM. Sponda sinistra del canale, nella quale si trovano i paraporti, e diversivi, tutta di fabbrica di muro sul piano superiore della quale si va da un paraporto all'altro, ed alla Chiusa.
DE. Alveo di Reno nella parte inferiore alla Chiusa.

SPIEGAZIONE DELLA FIGURA LIX.

Nella quale sta delineato in Prospetto il Sostegno del Battiferro, posto sul canale di Reno, lontano da Bologna un miglio.

ABCK. Canale superiore, nel quale s'osserva lo sfogatore K, a fior d'acqua, che scarica una parte dell'acqua soprabbondante.
BC. Le due porte superiori.
DE. Le due porte inferiori, le quali, come anco le predette, serrate che siano, fanno angolo contro il corso dell'acqua.
H. Parte interiore del Sostegno, dentro la quale dimorano le barche, sin tanto che l'acqua, o s'alzi al livello del canale superiore, o s'abbassi a quello del canale inferiore.

GF. Parte destra del Sostegno, la quale s'è delineata più bassa di quello sia in fatto, acciò possa vedersi quella, che gli sta di rincontro.

L. Arco inferiore d' un paraporto, che serve sì per iscaricare l'acqua superflua, come per mantenere scavato il fondo al canale superiore.

I. Canale inferiore al Sostegno.

LEO PAPA XII.

Dilecto Filio Salute, ed Apostolica Benedizione.

Gratum sane cosa grata anche col dare unica-
edidisses in lucem che fa onore non solo alla vostra
quoque tuam, et la vostra Patria, e a tutta Italia;
*omnia illud volum*mi esibisce raccolto, quanto da
quae de librandis stato scritto, o pubblicato già
tum deducendis, itto giammai di pubblica ragione,
viris scripta sunt, nedesimi o proposti o con magiste-
facta juris publice, derivare, o contenere le acque
eorum magisterio ei nostri vicini, corredato il tutto
impressis deformat che ne dichiarano le principali
Gratius vero etia ora questo ci riesce, perchè ce
*exemplar a Te m*ono un esemplare a non dubbia
*in Nos tuae indub*ra fedeltà, ed osequio. Non dubi-
*fore dubitamus, u*ui potremo alcuna volta aver agio
*nihil persona, qu*one, non troveremo in essa Opera
dignum simus in non sia totalmente degna della
plurimum de tuo indegnamente, sosteniamo. Molto
*pignus, ac propen*ro atto, ed in pegno del grato
*impertimur ex co*propensa volontà nostra vi com-
ostolica Benedizione.

Datum Romae apud no li 26. Aprile 1826. Anno III.
Pontificatus

G. Gasp di S. S. per le Lettere Latine.

Foris = Dilecto Filio Jacoarsigli Tipografo
Bologna

N. B. *Unita medesima con la sua prelibata Mnzione, ed agradimento.*

Tavola 1.ª

Fig: 1.

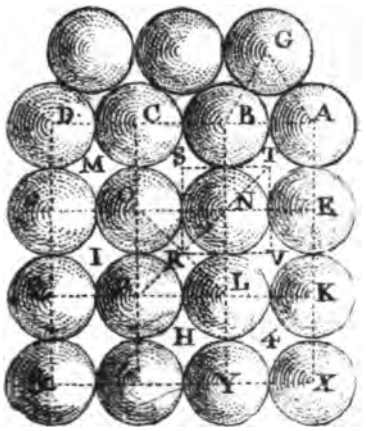


Fig: 4.

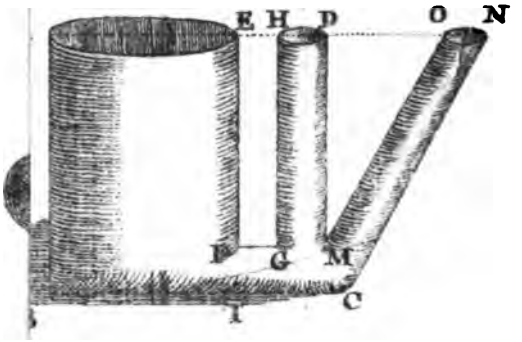
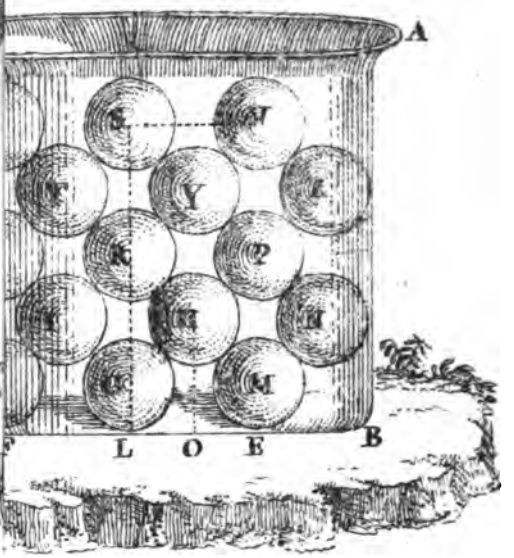


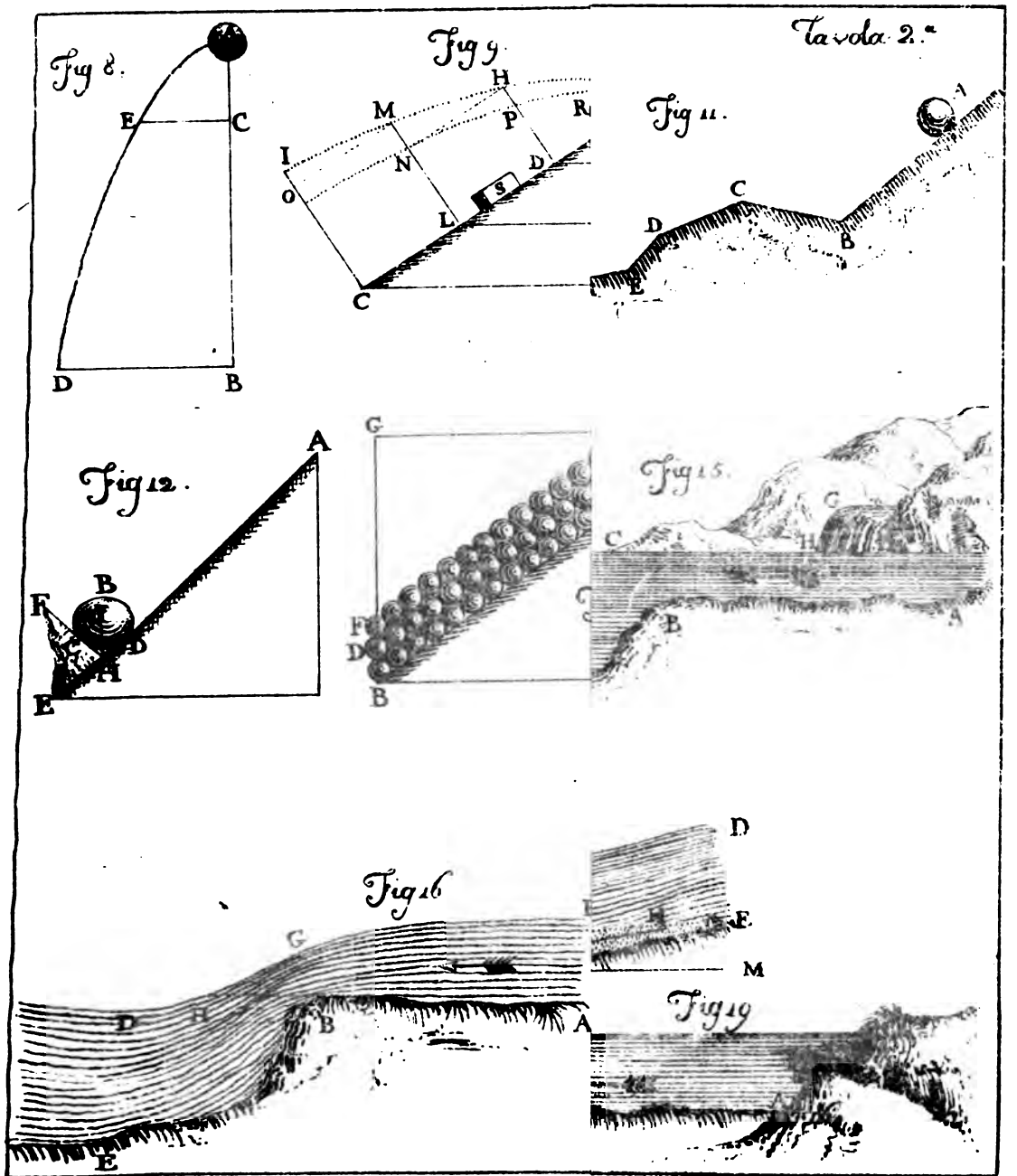
Fig: 5.

Fig: 7.



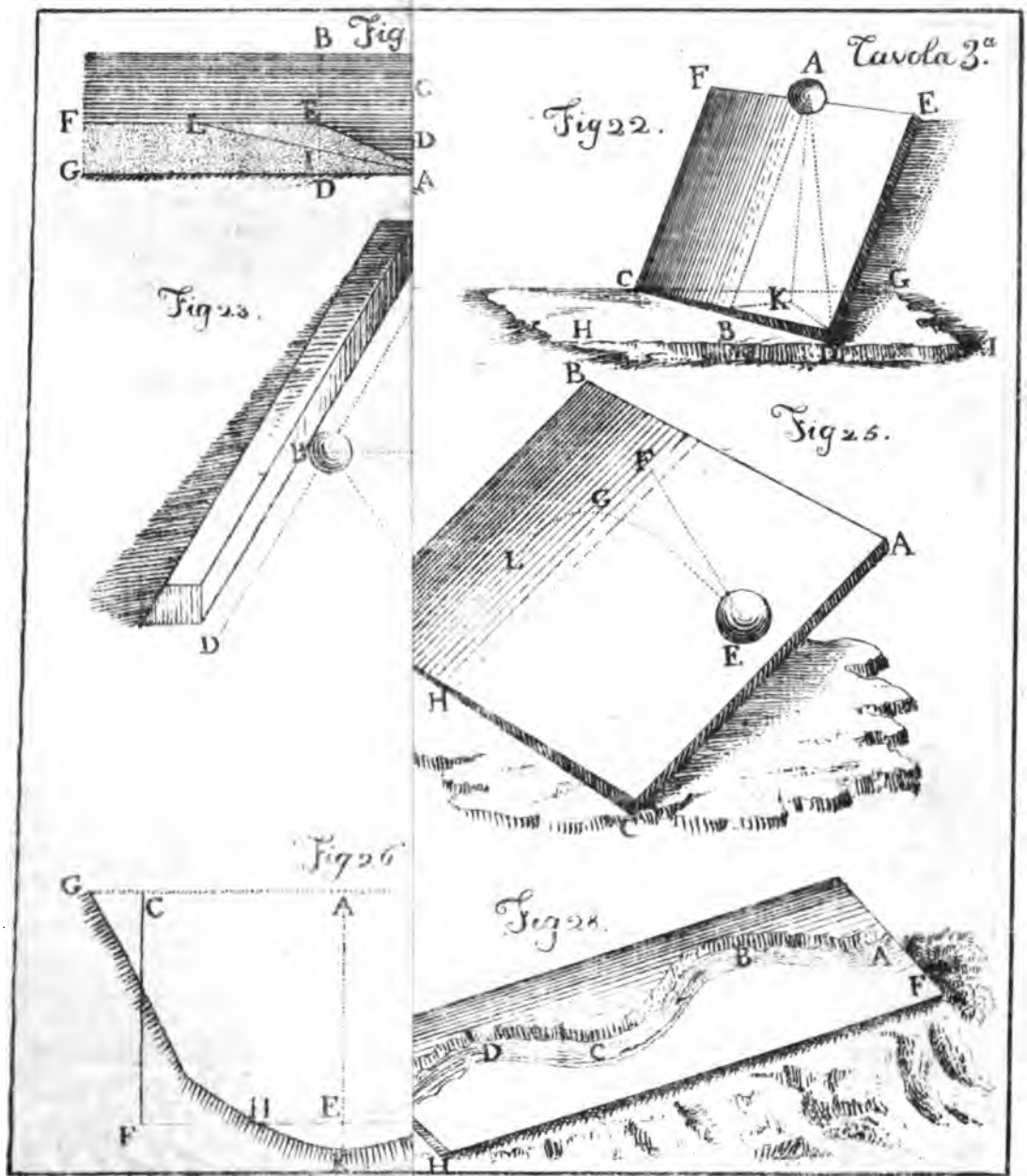
Bologna. Litografia di C. Bertinazzi.

A. Dini F.



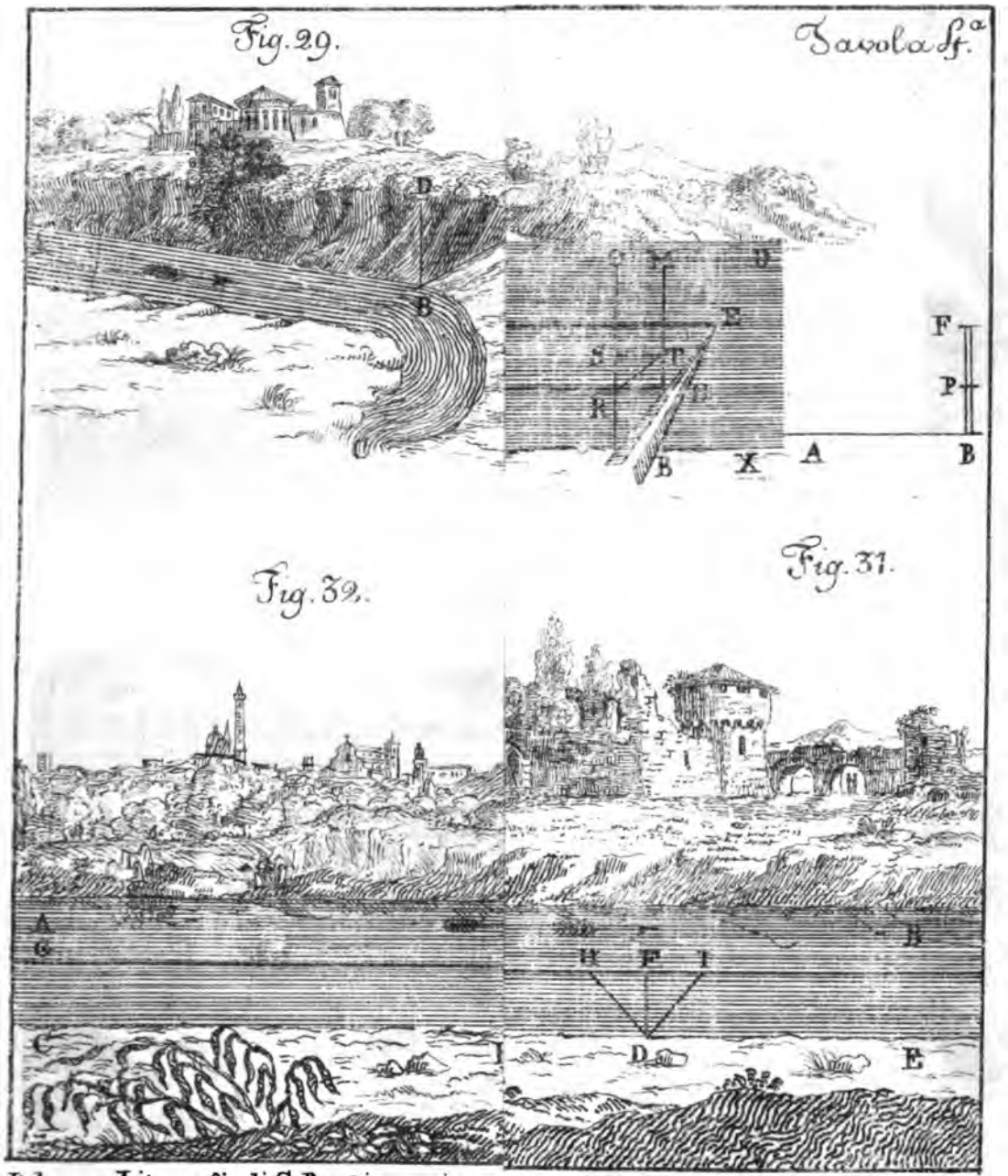
Bologna Litog. Bertinazzi.

G. Ferri f



Bologna Lilog. Bertinazzi.

G. Ferri f.



Bologna Litografia di C. Bertinazzi.

A. Nini f.

Tavola 5.ª

Fig 34.

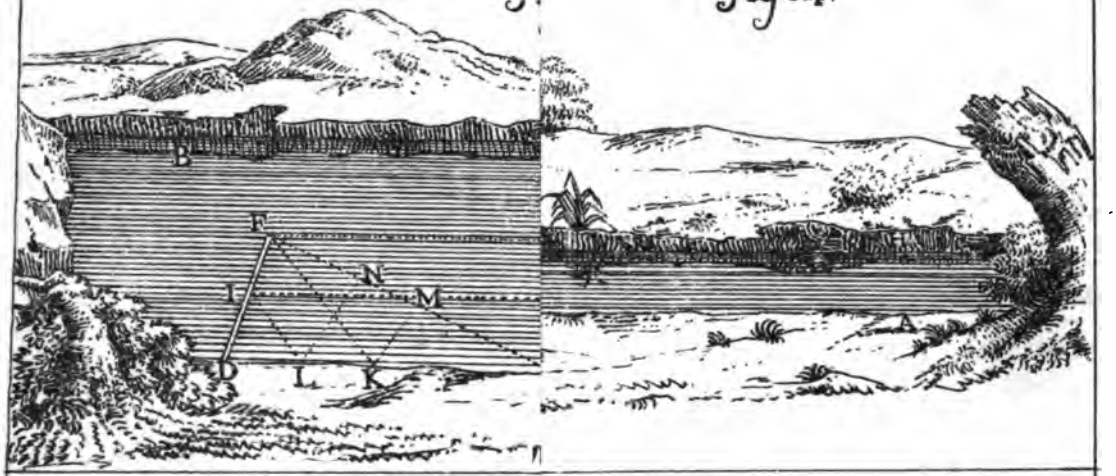
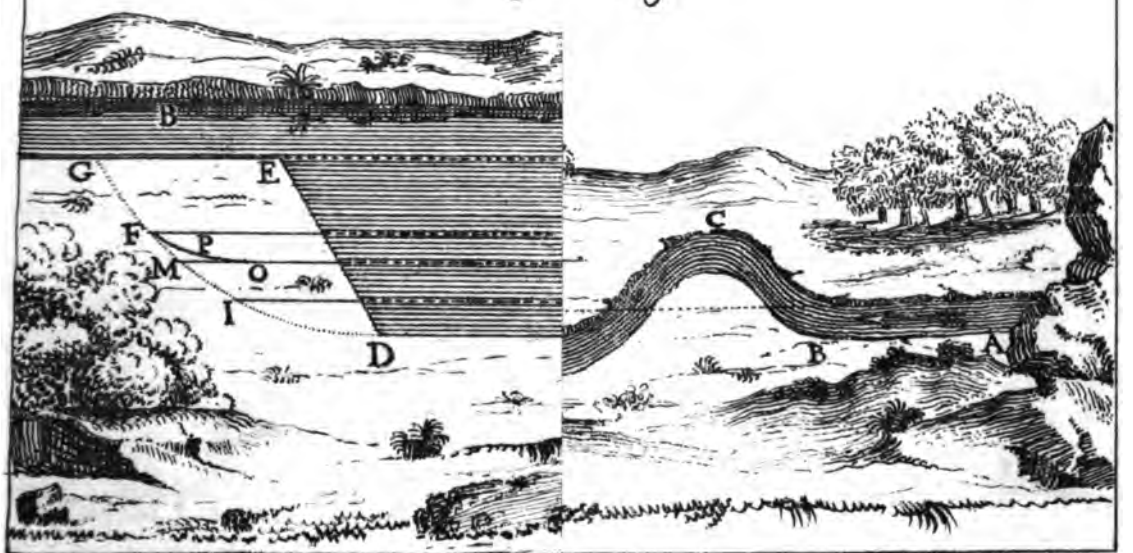


Fig 36.



Bologna Litog: Bertinazzi.

G. Ferri. f.

Tavola 6.a

Fig 39. Fig Fig 44.

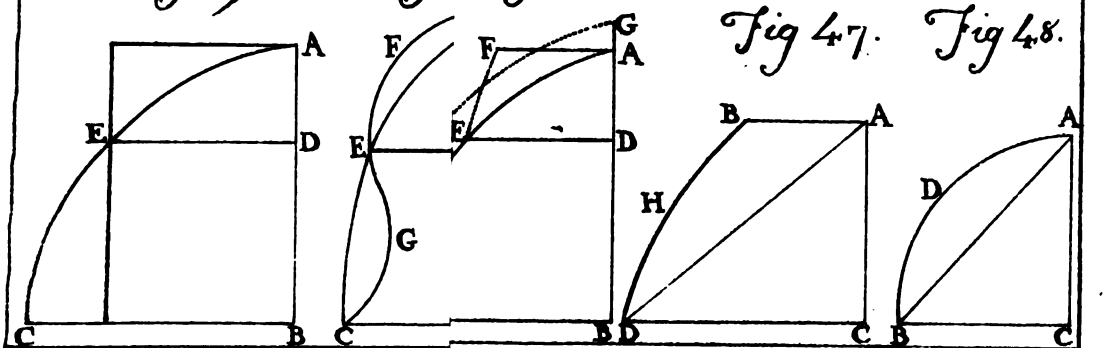
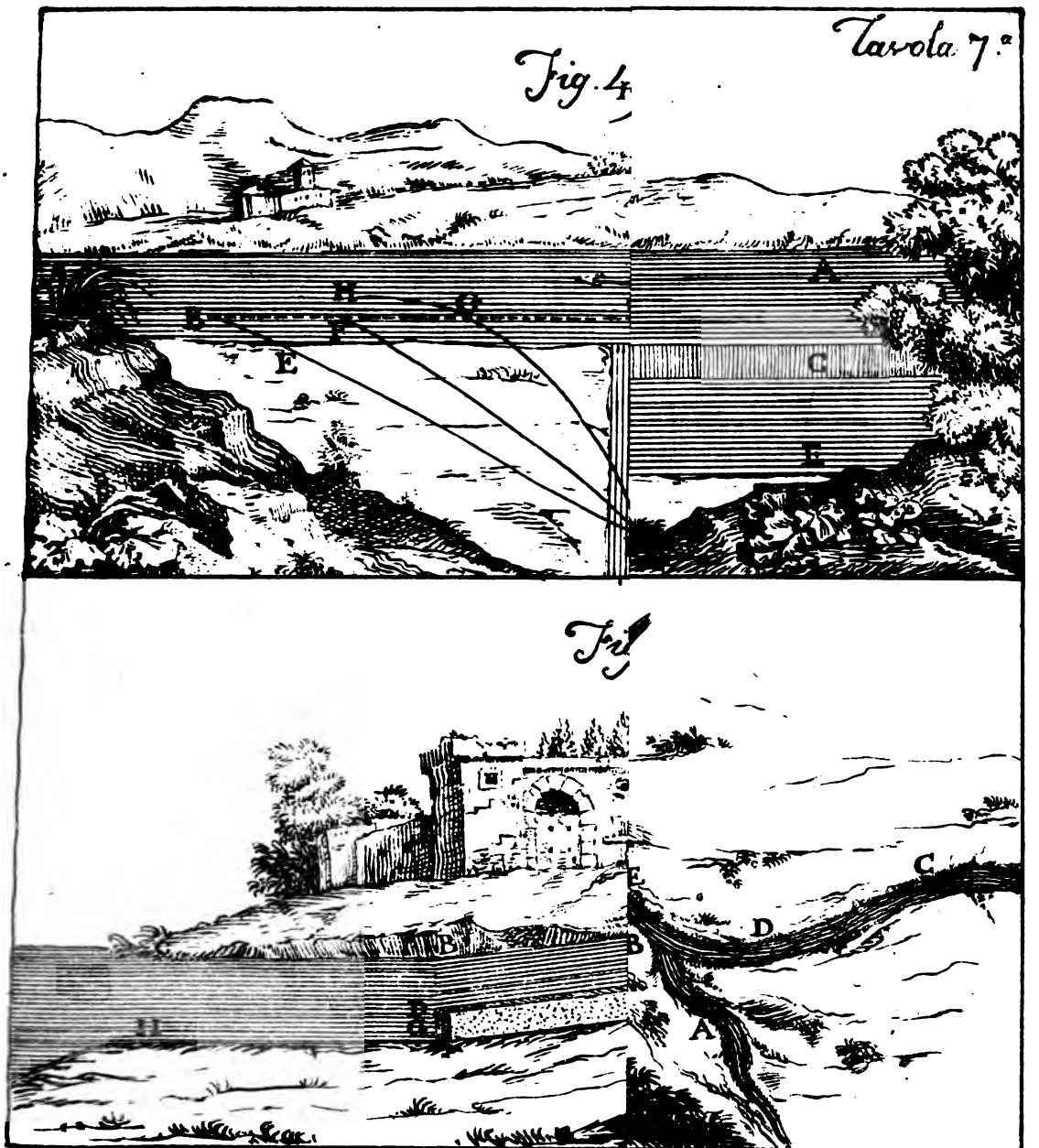


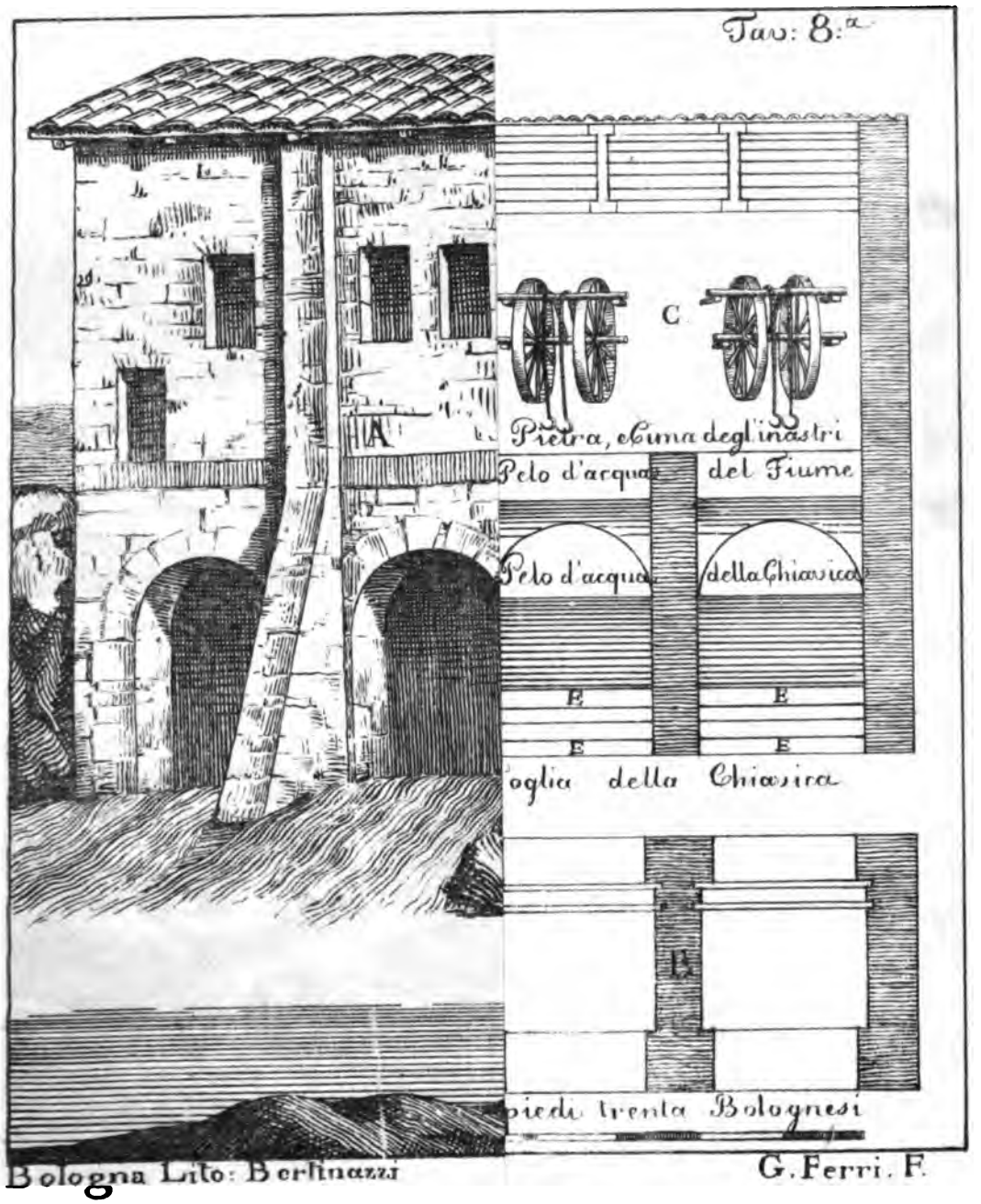
Fig 47. Fig 48.

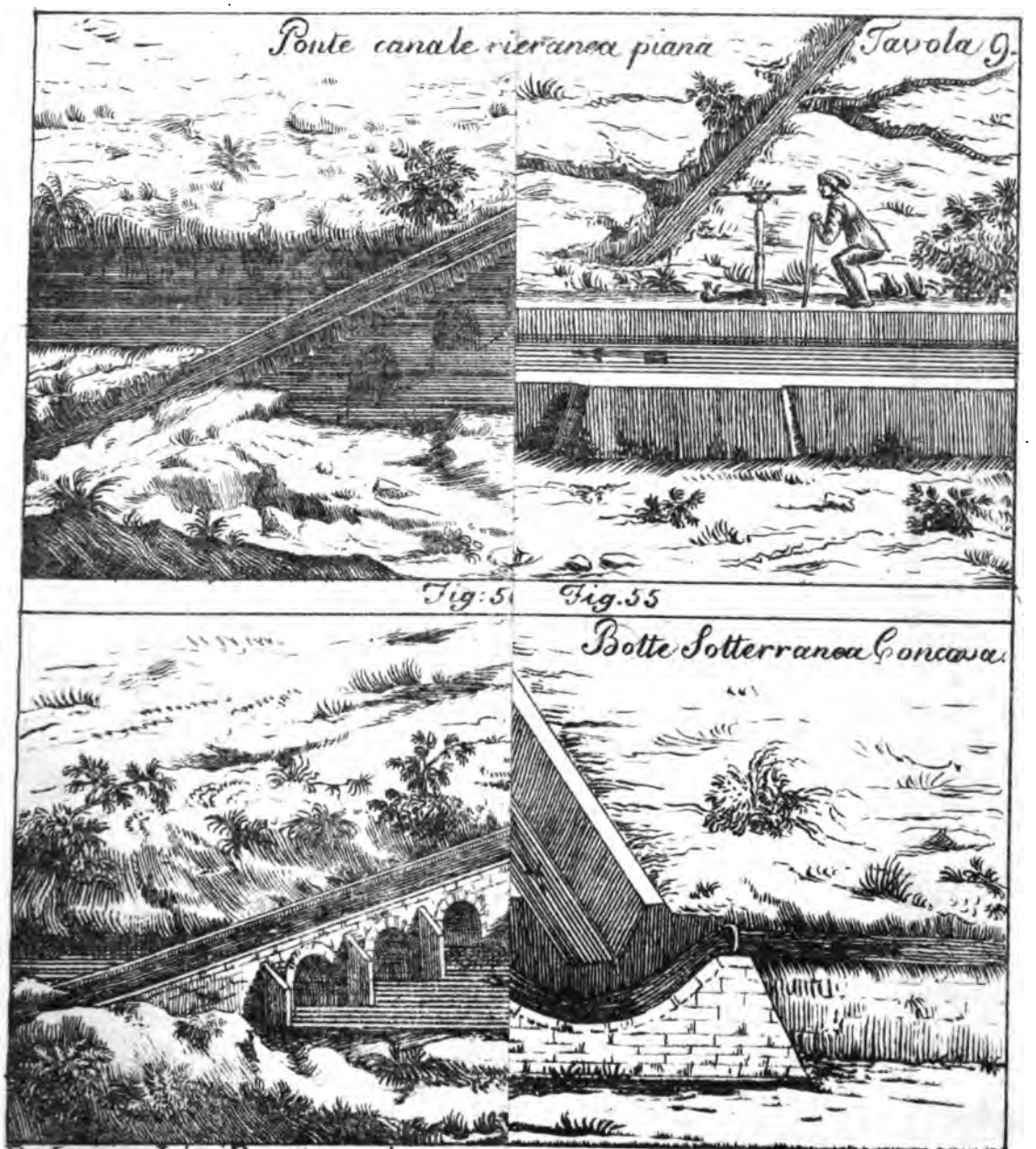
Fig 45

Bologna Litu. Bertinazzi. G. Ferri f.



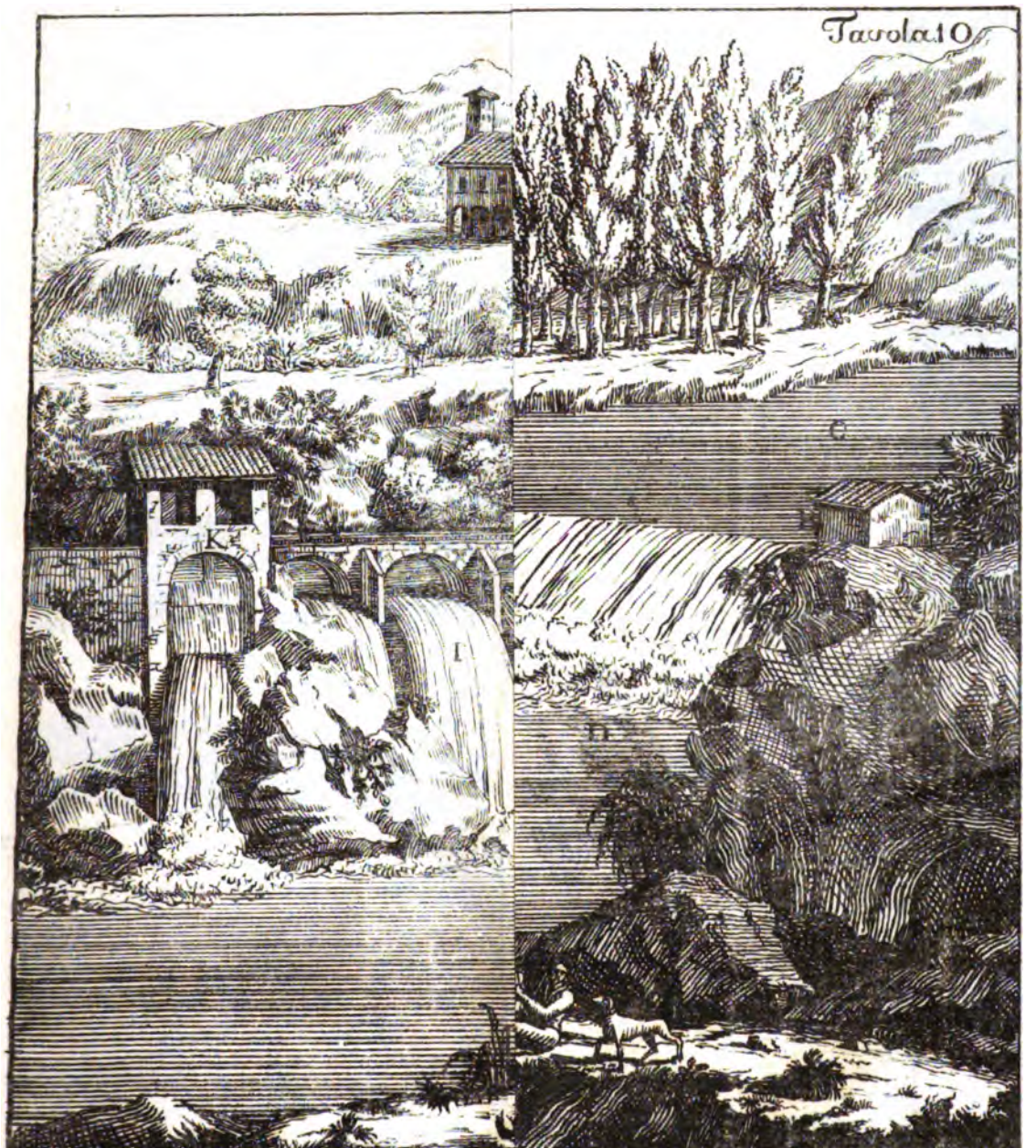
Bologna. Lito. Bertinazzi. G. Ferri. f.


Tav: 8.a
A
C
Pietra, e Cima degl'inastri
Pelo d'acqua
del Fiume
Pelo d'acqua
della Chiavica
E
E
E
E
oglia della Chiavica
B
piedi trenta Bolognesi
Bologna Lito: Berlinazzi
G. Ferri. F.

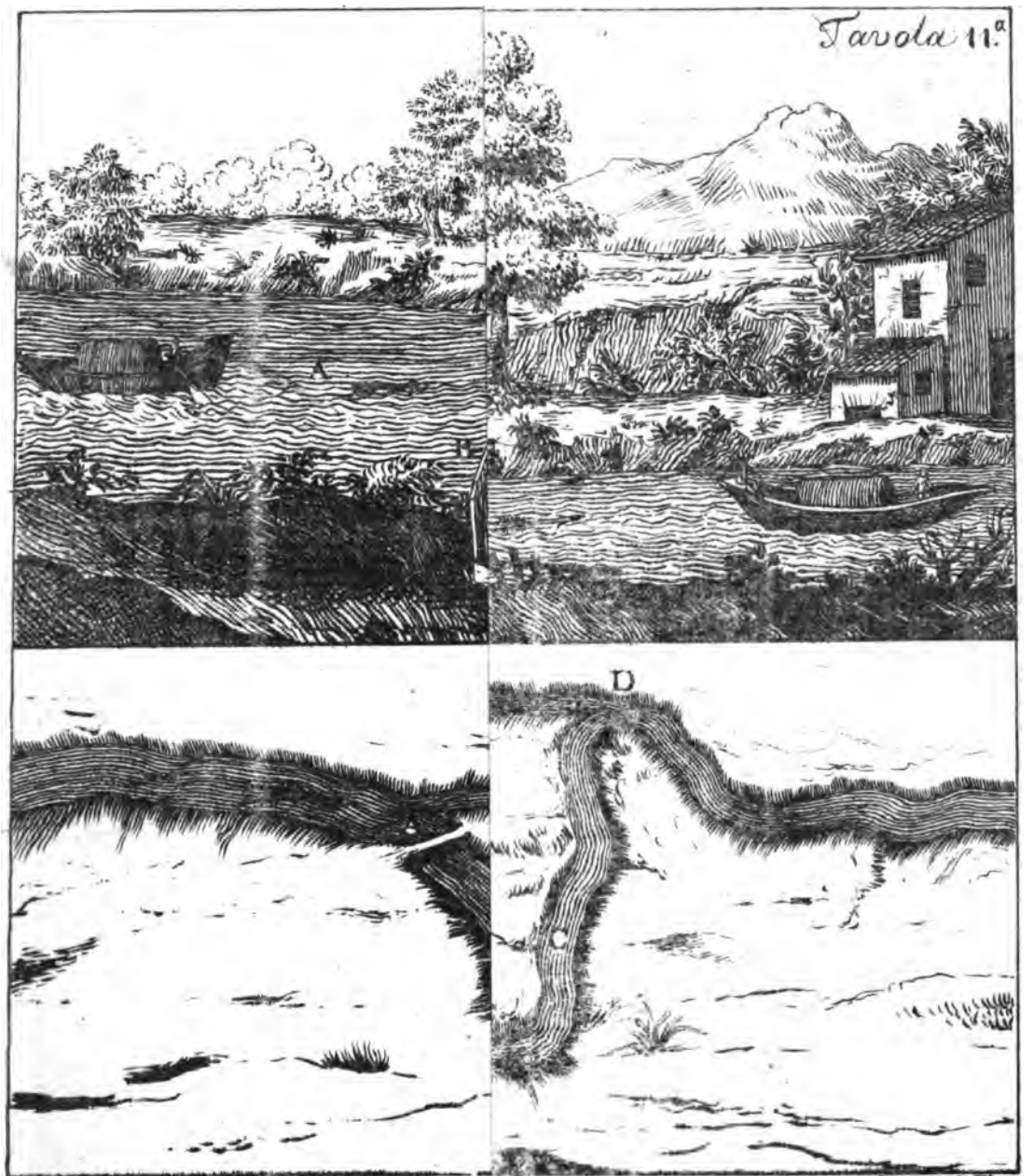


Bologna Lito: Bertmazzi.

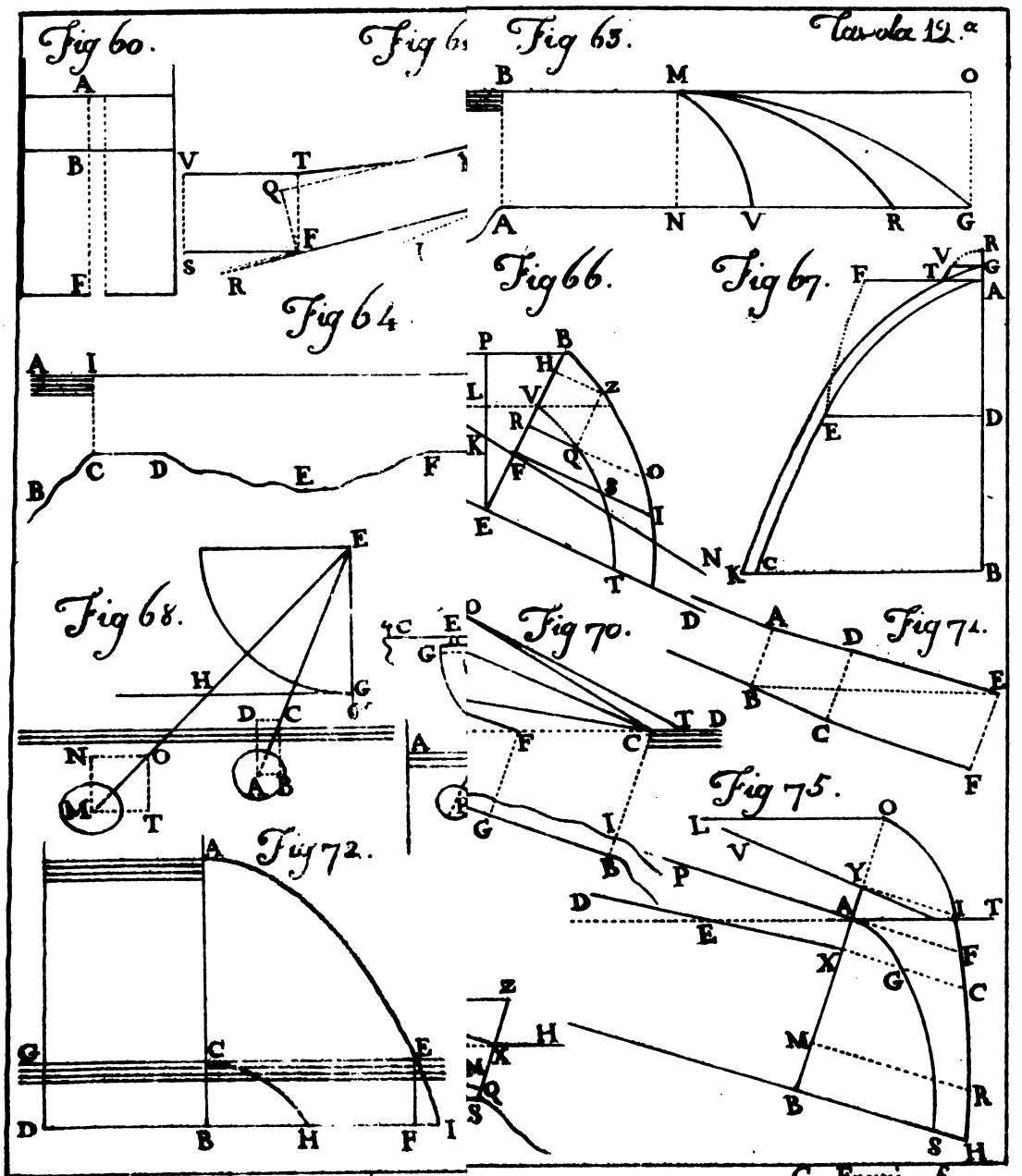
G. Ferri. F:



Bologna Lito: Berlinazzi. G. Ferri. F.

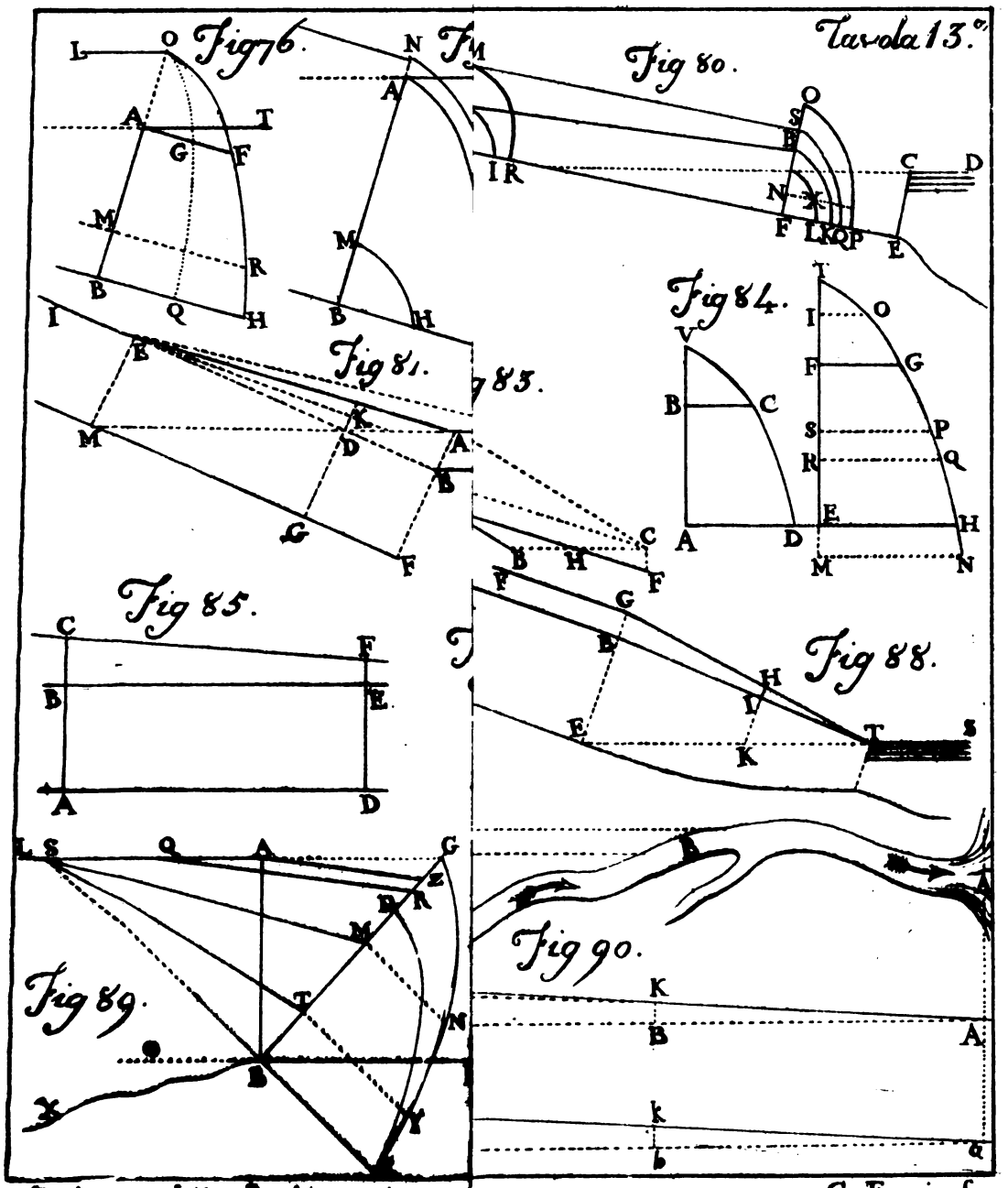


Bologna Lito: Bertinazzi. G. Ferri F:



Bologna Lit.Bertinazzi.

G. Ferri. f.



Bologna Lito. Bertinazzi.

G. Ferri. f.

RACCOLTA
D'AUTORI ITALIANI
CHE TRATTANO
DEL MOTO DELL' ACQUE

EDIZIONE QUARTA

ARRICCHITA DI MOLTE COSE INEDITE,
E D' ALCUNI SCHIARIMENTI.

TOMO II.

BOLOGNA · MDCCCXXII

DALLA TIPOGRAFIA DI JACOPO MARSIGLI.

OPUSCOLI
IDRAULICI

DI

DOMENICO GUGLIELMINI

Bologna 1822

Tipografia Marsigli

BIBLIOTHECA · BODLEIANA ·

Subito che rivolsi il pensiero a ben conoscere la misura dell' acque correnti, io mi posi, come ognun suol fare, ad esaminare con ogni più avida premura tutto ciò, per quanto potei, che era stato scritto da altri autori sopra questa scienza, per penetrarne il loro metodo, e le dimostrazioni. Poca pena però mi costò lo scorrere i loro trattati, poichè pochi, e brievi essendo, non poterono occuparmi che poco. Quello però che non potè la mole, ed il numero de' lor volumi, fu compensato più che a sufficienza dalla difficoltà, ed estensione del soggetto, appena toccato da essi, e di cui dimostrate aveano solamente alcune generali proposizioni. Sanno ben gli eruditi, che il padre Benedetto Castelli, degno di eterna memoria, ha sorpassato per vero dire ogni altro, mentre egli il primo fu, che coll' aiuto della geometria osservò, che la proporzione della velocità ridursi dovea a leggi, e regole sicure nella misura dell' acque correnti, e non poche proposizioni a quella spettanti ha esposte, e dimostrate. Ma due dubbi mi si presentarono nel di lui trattato. L' uno si fu, che essendo noto, che la velocità non è la stessa, ed a se simile in tutte le parti dell' acqua corrente, io non sapeva a qual di queste dovessi applicare le dimostrazioni da esso addotte; e benchè facil cosa fosse l' accorgersi, che come de' moti ineguali de' pianeti un medio, ed eguale si forma dagli astronomi, così di tutte le velocità una media potevasene comporre; nondimeno vi restava sempre la difficoltà maggiore, di determinar giustamente la velocità media, cui parevami impossibile potersi avere dalle dimostrazioni del Castelli. Aggiungevasi inoltre l' erronea applicazione della velocità superficiale all' altre parti tra il fondo, e la superficie, e la maniera pericolosa di determinarla; per lo che tutto sembravami, che niente dedur se ne potesse di vero, e di sicuro.

L' altro dubbio che ha inquietato altri ancora, mi s' offerse nella seconda proposizione del libro secondo, la cui dimostrazione confessava sinceramente l' autore acutissimo, o non aver trovata, o non esserne almeno contento; e questa aveva intrapreso io di dimostrare, non sodisfatto delle altrui pruove; ma tosto m' accorsi, che questa ricerca inchiudeva la proporzione della velocità che acquista l' acqua per la diversa altezza nell' uscir da' vasi, della quale scrissero il Torricelli, il Balliani, ed altri, lo che in niuna maniera può accordarsi con la proposizione del Castelli.

Quindi è, che incominciai a fare delle esperienze ne' vasi, ne' condotti, e ne' canali ec. per assicurarmi, se le velocità crescessero in ragione dell' altezze, ovvero in ragione delle radici delle medesime; e ne' vasi per vero dire trovai aver luogo quest' ultima proporzione; quantunque da ambedue le sopra dette molto differente io trovassi la ragione delle velocità nelle sezioni de' canali; lo che mi persuase a credere sicuramente, che la velocità spessissime volte da ogni altra cagione dipende, che dall' altezza dell' acqua nelle sezioni.

M' applicai pertanto a trattare tutta questa dottrina fin da' primi principj, ed a far prova di mie forze, per promuovere in aggiunta all' altre scienze, ed in vantaggio della vita civile, questo difficile argumento. E sembrandomi finora di non aver tentato del tutto in vano una tanta impresa, mi determinai a comunicare al mondo letterario le meditazioni fatte da me nel corso di molti anni sopra la misura dell' acque correnti, e ridotte, per quanto mi sembra, al rigor geometrico.

Queste sono raccolte in più libri, i quali escono adesso alla pubblica luce. Del rimanente, preparati, o benigno lettore, a trovare nei tre primi libri trattata da me a bella posta con somma semplicità la misura dell' acque correnti, lo che ho voluto fare ad oggetto di potere da essi dedurre le leggi più sicure della natura, sulle quali affidato inoltrarmi a considerare in varj casi le diverse proprietà de' canali, e de' fiumi, come si vedrà negli altri libri. Quindi è, che non come inutili dovrannosi rigettar subito questi primi, per aver io supposti in essi, come nel primo, e nel

secondo, tali i canali, quali per lo più di fatto non sono, mentre da questi libri s' apre, a mio giudizio, un ampia via, che ci porta alla vera cognizione della misura dell' acqua corrente ne' fiumi, quali veramente essi sono. Nel primo libro pertanto ho racchiusa la dottrina generale della velocità, non solo semplice, e rappresentata da una sola linea, ma anco composta, rappresentata in una sola superficie, ed in un solido, affinchè avendo diverse perpendicolari per varj accidenti diverse velocità, si possa considerare separatamente ciascuna di esse, e dall' unione di queste dedurne una media per tutta la sezione. E per questo mezzo con un metodo differente, e per quanto io credo più facile, ho dimostrate ancora tutte le proposizioni del Castelli, ed ho manifestato il fondamento, sopra cui si sostiene la misura proporzionale dell' acque correnti, esposta dal Barattieri ne' suoi numeri da esso detti, latiquadri, quantunque la loro formazione, come dipendente dalla falsa supposizione del Castelli, sia veramente erronea. Ho ricercato poi nel secondo libro la misura dell' acque correnti, ed assoluta ne' canali inclinati, e nel terzo la medesima ne' canali orizzontali, sì solitari, e semplici, come anco uniti, tali cioè, che ricevono, o prendono le acque concorrenti da altri simili canali orizzontali, affinchè non potendo accadere, che per una data sezione passi una maggior quantità d' acqua, che per un canale inclinato con tutta quella velocità, che può l' acqua acquistare nella discesa, nè una quantità minore, che per un canale orizzontale, colla sola velocità dipendente dalla pressione; si potesse almeno avere la misura media tra due certi termini, de' quali il primo fosse il massimo, e l' altro il minimo.

Relativamente al metodo, di cui ho fatto uso, anch' io confesso esser tra se diverso, ma per avventura non dispiacevole; poichè nel primo libro io sono stato più esteso, e più prolisso di quello, che si convenisse a' più sublimi ingegni, sì nell' aumentare le proposizioni, e nel distendere le dimostrazioni, sì nelle citazioni marginali delle proposizioni elementari; e ciò fare ho voluto, per la maggior facilità, e per adattarmi alla capacità de' volgari idrometri, i quali per lo

più non altro sanno di geometria, che gli elementi di Euclide, affinchè essi, se capaci non sieno degli ultimi libri, possano almeno far uso utilmente di questo primo. Ne' susseguenti poi, conoscendo che la materia era superiore alle loro cognizioni, ho voluto essere più ristretto, e preciso, considerando io di parlare ivi a' matematici più eruditi, a' quali, moltissime cose, che volgarmente sono ignote, son per ordinario notissime. Questo metodo ancora tanto più ho creduto dover io prescegliere, in quanto che, siccome dalle cose più facili cominciar si dee, per indi passare alle più difficili, così la maniera di dimostrare deve in sul principio esser facile, benchè troppo lunga, e dipoi a poco a poco più concisa, sì per isfuggire la troppo nocevole prolissità, sì perchè i talenti avvezzi alla troppa facilità, non tralascino le cose più difficili.

Usa di quest' opera intanto, o benigno lettore, mentre ho in animo ancora di trasportare queste mie considerazioni al moto sì naturale, come violento de' fluidi tutti, oltre i confini delle matematiche, fino cioè agli studi più ascosi dell' arte medica, se il tempo, e le forze me lo permetteranno; essendo omai ben persuaso per le scoperte, e per le ragioni de' più moderni anatomici, che dal continuo moto de' fluidi del corpo animale, in gran parte dipendano le funzioni di esso, le malattie, i rimedj, e la vita medesima. E si conoscerà quanto s' ingannino i dispregiatori malevoli della matematica, e dell' anatomia, arti tanto utili alla pratica, ed alla teoria medica, mentre queste niente d' inutile, e vano in se racchiudono, ma sopra di esse, e sopra l' osservazione assidua, che ognuno studia fare de' sintomi, e degli accidenti, che quelli seguitano, sono posti i fondamenti, ed i precetti della medicina, la quale non per altra ragione è infelice, se non perchè quelli, che la professano, entro troppo ristretti limiti tengono rinchiuse le cognizioni che la risguardano, e questi o non sanno per ordinario, o non vogliono estendere più oltre. Perdona, o lettor mio cortesissimo, a questo tratto di sincerità, vendicatore delle bell' arti a torto conculcate, e vivi sano.

DELLA MISURA

DELL' ACQUE CORRENTI

LIBRO PRIMO

IN CUI SI PROPÒNE LA GENERAL DOTTRINA DELLA VELOCITÀ.

DEFINIZIONI.

I. *Acqua corrente* intendiamo quella, che pel momento della sua propria gravità discende per gli alvei de' fiumi, ovvero dei canali verso il centro de' gravi.

II. *La sezione naturale* d'un fiume è la comune sezione dell'acqua corrente col piano, che ad angoli retti sega il fondo, e l'una, e l'altra ripa del fiume; la quale essendo per lo più varia, nè da potersi ridurre a regola, perciò:

III. *La sezione artifiziale* d'un fiume s'intenda come fatta in un fiume, il fondo del quale sia paralello all'orizzonte, e le ripe fra di loro paralelle, e perpendicolari al fondo; la qual sezione sarà sempre un parallelogrammo rettangolo.

IV. *L' altezza viva* dell'acqua corrente, ovvero della sezione è la linea perpendicolare tirata dalla superficie dell'acqua alla base della sezione, la qual base sia disposta in maniera, che cessata la corrente non possa rimanere in essa niente d'acqua stagnante; la quale si chiami col nome solo di perpendicolare.

V. *La velocità naturale* dell'acqua corrente è una forza non da alcuna causa estrinseca cagionata, mediante la quale qualche parte dell'acqua è atta a scorrere in qualche tempo un determinato spazio, ed essendo questa varia in varie parti più, e meno remote dalla superficie, perciò:

VI. *La velocità massima* sarà quella, mediante la quale alcune parti dell'acqua sono atte a scorrere in qualche tempo maggior tratto rispetto all'altre, ovvero quella, la quale supera l'altre velocità, che sono nella medesima perpendicolare.

VII. *La velocità media* è quella, che essendo in qualche parte dell'acqua della medesima perpendicolare, è tale, che se con essa scorressero le parti superiori, e le inferiori, scorrerebbe per quella perpendicolare misura eguale d'acqua a quella, che scorre essendo

ineguali le velocità; ovvero è quella, che di tanto è superata dalle maggiori velocità, di quanto ella supera le minori.

E per maggior intelligenza delle suddette diffinizioni si supponga la perpendicolare (*fig.* 1.) AB talmente immersa sotto la superficie dell'acqua corrente, che il punto A sia nella superficie, e il punto B nel fondo. Le parti dell'acqua fra A, e B, come l'esperienza fa noto, hanno diverse velocità, e noi a suo luogo lo dimostreremo. Imperocchè nella superficie sono minori, e quanto più sono lontane dalla superficie sono maggiori. Che se queste velocità si esprimeranno per via di linee rette, sarà la BC la velocità della parte dell'acqua, che si ritrova in B, la DE la velocità dell'acqua in D; e così sempre. E per essere BC massima fra le linee BC, DE, FH, GI, essa BC si chiamerà massima velocità; ma la velocità media diciamo v. g. la linea FH, se ella è tale, che posto che tutte le parti dell'acqua, che scorrono per AB, abbiano velocità eguale alla velocità FH, la medesima quantità d'acqua scorre per AB nel tempo, che da B è portata in C, di quella, che scorre nel medesimo tempo colle diverse velocità BC, DE, FH ec. ovvero se la velocità FH si supponga esser superata da tutte le velocità fra F, e B con l'eccesso HMC eguale all'eccesso, col quale ella superi le velocità fra A, ed F, v. g. all'eccesso KLH.

VIII. *Il complesso della velocità* è un'unione di tutte le velocità, che sono in tutte le parti dell'acqua poste nella medesima perpendicolare, ovvero nella medesima sezione. Come nella figura superiore il complesso delle velocità della perpendicolare AB è la figura ABCHK.

IX. *Le sezioni egualmente veloci* sono quelle, nelle quali le velocità medie sono eguali; cioè per le quali l'acqua scorre con la media velocità eguale.

X. *Le sezioni inegualmente veloci* sono quelle, nelle quali le velocità medie sono diseguali. E più veloce si dice quella, che ha la media velocità maggiore dell'altra, e così al contrario.

XI. *Quantità d'acqua* intendiamo tutta la mole dell'acqua, che in un dato tempo scorre per una data sezione.

XII. Quello, che abbiamo detto intorno all'egualità, ed inegualità delle sezioni, è da applicarsi ancora alle perpendicolari. Siccome quel che si è detto delle velocità nelle perpendicolari, è da applicarsi proporzionalmente alle sezioni. Il che è da dirsi ancora intorno alle velocità massime, medie ec. che si debbono applicare alle sezioni.

ASSIOMI.

I. Nella medesima sezione artificiale qualsivoglia perpendicolare ha

la medesima, o eguale velocità massima, media, minima ec. rimossi gl'impedimenti di contatto, di fregamento, e qualsivoglia altro estrinseco impedimento.

II. Le velocità diverse si debbono fra di loro comparare rispetto agli spazi, li quali possono scorrere nel medesimo, o egual tempo con moto equabile.

DIMANDE.

I. Data qualsivoglia quantità, poterla intendere figurata, o ridotta in qualsivoglia figura del medesimo genere, v. g. una figura piana in un triangolo, in un rettangolo ec. una solida, in un prisma, o in una piramide ec. della medesima dimensione.

II. Date quali si vogliano quantità, poterle assegnare per via di rette linee, che abbiano fra di loro la medesima proporzione, che le dette quantità.

PROPOSIZIONE I.

Stando un fiume nel medesimo stato, per tutte le sue sezioni passano eguali quantità d'acqua in tempi eguali.

Siano due sezioni (*fig.* 2.) AD, EH del medesimo fiume. Dico che la quantità dell'acqua, che passa per AD, è eguale alla quantità dell'acqua, che passa per EH in tempo eguale.

Imperocchè se maggior quantità d'acqua passasse per AD, che per EH, il fiume fra A, ed E continuamente crescerebbe; il che è contra il supposto: se minore quantità ne passasse per AD, che per EH, il fiume fra A, ed E continuamente scemerebbe; che è parimente contra il supposto. Se dunque nè maggiore, nè minore quantità d'acqua passa per AD, che per EH, ne passerà eguale quantità dall'una, e dall'altra sezione; il che ec.

PROPOSIZIONE II.

Se l'acqua passando per qualche sezione, o per qualche perpendicolare in un dato tempo, s'intenda ridotta in un prisma retto, la base del quale sia la sezione, l'altezza del prisma sarà la media velocità di quella sezione.

Sia la sezione (*fig.* 2.) AD, sopra la quale, come base, s'intenda figurata in un prisma retto CF la quantità dell'acqua corrente per essa in un dato tempo. Dico che l'altezza AE è la media velocità della sezione AD.

Imperocchè se tutte le parti dell'acqua dentro il rettangolo AD scorressero con eguale velocità, mentre la parte C è portata in G, la parte A sarebbe portata in E, B in F, D in H, e tutte le parti

del rettangolo AD alle sue parti corrispondenti del rettangolo EH; e però se tutte le velocità della sezione AD fossero fra di loro eguali, l'acqua naturalmente si ridurrebbe alla figura del prisma CF: ma il prisma CF è eguale all'acqua, che passa con diverse velocità per la sezione AD: adunque per la medesima sezione scorrerebbe una eguale quantità d'acqua con la velocità AE, ovvero CG, a quella che scorre con diverse velocità nel medesimo tempo; e però AE, altezza del prisma, sarà la velocità media; il che ec.

Il medesimo si dimostrerà dell'acqua, che passa per la perpendicolare AC, se si intenda il prisma aver per base il rettangolo AG.

PROPOSIZIONE III.

Nelle sezioni del medesimo fiume le velocità medie sono in proporzione reciproca delle sezioni.

Siano le sezioni (*fig.* 2. *e* 3.) AD, IM: dico come la velocità media della sezione IM alla velocità media della sezione AD, così essere la sezione AD alla sezione IM.

S'intendano le quantità dell'acqua, scorsa in tempo eguale per l'una, e per l'altra sezione, figurate in prismi retti, la propria sezione, de' quali gli serva per base; e sia della prima il prisma AH, e della seconda il prisma IN. E perchè eguale quantità d'acqua scorre nel medesimo tempo per AD, che per IM, saranno i prismi AH, IN eguali; ma le basi de' prismi eguali sono in reciproca proporzione dell'altezze: adunque AD ad IM sarà come IP ad AE; ma IP è la velocità media della sezione IM, ed AE è la velocità media della sezione AD; adunque come è la velocità media della sezione IM alla velocità media della sezione AD, così sarà la sezione AD alla sezione IM: il che ec.

COROLLARIO. Da questa proposizione è chiaro ancora il converso della medesima, cioè che se le sezioni, e le velocità medie delle medesime sezioni stanno fra loro in reciproca proporzione, le quantità dell'acque saranno fra loro eguali: imperocchè i prismi che hanno le basi, che reciprocamente si rispondono coll'altezze, sono eguali fra loro.

PROPOSIZIONE IV.

Le quantità dell'acque, che scorrono in tempo eguale per sezioni ineguali, ma egualmente veloci, stanno fra loro come le sezioni.

Siano le sezioni ineguali (*fig.* 2. *e* 3.) AD maggiore, IM minore; ma siano eguali le loro medie velocità. Dico, che come la sezione AD alla sezione IM, così essere la quantità dell'acqua che scorre per AD, alla quantità dell'acqua che scorre per IM in tempi eguali.

S'intendano le quantità dell'acque conformate in prismi sopra le sue sezioni, e sia della prima il prisma CF, e della seconda il prisma MP; adunque AE sarà la media velocità della sezione AD, e IP velocità media della sezione IM; e perchè le sezioni si suppongono egualmente veloci, saranno AE, IP fra loro eguali; e però i prismi CF, AP egualmente alti. Ma i prismi egualmente alti sono fra loro come le basi; adunque come AD ad IM, così il prisma CF al prisma MP; e però come la sezione AD alla sezione IM, così la quantità dell'acqua, che passa per AD, alla quantità dell'acqua che passa in tempo eguale per IM; il che ec.

Corol. i. Adunque se le sezioni siano artificiali, e della medesima altezza, ma d'ineguale larghezza, le quantità dell'acqua saranno fra loro come le larghezze delle sezioni.

Corol. ii. E se le dette sezioni fossero della medesima larghezza, ma d'ineguale altezza, sarebbero le quantità dell'acqua come l'altezze, supposta però la medesima velocità media nell'una, e nell'altra sezione.

PROPOSIZIONE V.

Le quantità dell'acqua che passano in tempi eguali per eguali sezioni, ma di velocità disuguali, sono fra loro come le velocità medie delle sezioni.

Siano le sezioni eguali (*fig* 2. *e* 3.) AD, IM, e sia la sezione AD meno veloce della sezione IM. Dico, che la quantità dell'acqua che passa per AD, alla quantità dell'acqua che passa in eguale tempo per IM, è come la velocità media della sezione AD alla velocità media della sezione IM.

Si riducano, come sopra, le acque ne' prismi CF, KO; e perchè sono eguali le sezioni AD, IM, saranno i prismi CF, KO sopra basi eguali; ma i prismi costituiti sopra basi eguali sono fra loro come l'altezze: adunque come il prisma CF al prisma KO, così l'altezza AE all'altezza IP; ma il prisma CF è l'acqua che passa per la sezione AD, e il prisma KO è l'acqua che corre per la sezione IM, e l'altezza AE è la velocità media della sezione AD, e l'altezza IP la velocità media della sezione IM; adunque come la quantità dell'acqua per AD alla quantità dell'acqua per IM, così la velocità media della sezione AD alla velocità media della sezione IM; il che ec.

Corol. i. Dal metodo, col quale abbiamo provato le superiori proposizioni, chiaramente apparisce, che se le quantità dell'acqua siano eguali, e le sezioni, per le quali sono scaricate, egualmente veloci, saranno ancora le medesime sezioni eguali.

Corol. ii. E se le quantità dell'acqua siano eguali, ed eguali le sezioni, saranno ancora egualmente veloci.

PROPOSIZIONE VI.

Le quantità dell' acqua, che passano nel medesimo tempo per le sezioni del medesimo, o di fiumi diversi, hanno fra loro proporzione composta delle proporzioni della sezione alla sezione, e della velocità media della prima sezione alla velocità media della seconda.

Siano le sezioni (*fig.* 2. *e* 3.) AD, IM: dico che la quantità dell' acqua, che passa per AD, alla quantità dell' acqua, che passa in tempo eguale per IM, avrà la proporzione composta della proporzione della sezione AD alla sezione IM, e della velocità media della sezione AD, alla velocità media della sezione IM.

Imperocchè s' intendano le quantità dell' acqua ridotte ne' prismi retti CF, KO: sarà dunque AE la velocità media della sezione AD, e IP velocità media della sezione IM. Avendo dunque tutti i prismi proporzione composta delle basi, e dell' altezze loro, sarà la proporzione del prisma CF al prisma KO composta delle proporzioni della base, ovvero della sezione AD alla base, ovvero alla sezione IM, e dell' altezza AE, ovvero della velocità media della sezione AD all' altezza IP, ovvero alla velocità media della sezione IM: ma il prisma CF è la quantità dell' acqua che passa per AD, e il prisma KO è la quantità dell' acqua che passa per IM; dunque l' acqua, che passa per AD, all' acqua che passa per IM, ha proporzione composta della proporzione della sezione AD alla sezione IM, e della velocità media per AD alla velocità media per IM; il che ec.

Corollario. Avendo le sezioni AD, IM, per essere rettangoli, proporzione composta delle proporzioni di AC ad IK, e di CD a KM, ne segue, che la quantità dell' acqua che scorrè per la sezione AD, alla quantità dell' acqua che scorre in tempo eguale per la sezione IM, avrà proporzione composta delle proporzioni dell' altezza della prima sezione AD all' altezza della seconda sezione IM, della larghezza della sezione AD alla larghezza della sezione IM, e della velocità media per AD alla velocità media per IM.

Scolio. Da questa universal proposizione ne segue la verità della quarta, e quinta proposizione; le quali apposta da se separatamente abbiamo dimostrate, per non confondere sul bel principio i lettori con una moltitudine di corollari.

PROPOSIZIONE VII.

Se un fiume gonfi per aumento di nuova acqua, la quantità dell' acqua che scorre nel gonfiamento, alla quantità dell' acqua che scorreva avanti il gonfiamento in egual tempo, ha proporzione composta delle proporzioni della velocità media avanti il gonfiamento alla

velocità media nel tempo del gonfiamento, e dell'altezza avanti il gonfiamento all'altezza nel tempo del gonfiamento.

Sia il fiume (*fig.* 4.) la sezione del quale avanti il gonfiamento sia AD, e per accrescimento di nuova acqua gonfi sino ad EF, di maniera che faccia la sezione ED: dico che la quantità dell'acqua che scorre per la sezione AD, alla quantità dell'acqua che passa per la sezione ED, avrà proporzione composta delle proporzioni della velocità media della sezione AD alla velocità media della sezione ED, e dell'altezza AC all'altezza EC.

Conciossiachè la proporzione della quantità dell'acqua che passa per AD, alla quantità dell'acqua, che in tempo eguale passa per ED, è composta delle proporzioni della velocità media per AD alla velocità media per ED, e della sezione AD alla sezione ED; ma la sezione AD alla sezione ED è come AC a CE; adunque la quantità dell'acqua che scorre per AD, alla quantità dell'acqua che scorre per ED in egual tempo, è composta delle proporzioni della velocità media per AD alla velocità media per ED, e dell'altezza AC all'altezza EC: il che ec.

SCOLIO. Questa proposizione non ha luogo se non nelle sezioni artificiali; imperocchè le naturali per lo più non hanno la proporzione dell'altezze. Tutte però le proposizioni dimostrate avanti si verificano ancora nelle sezioni naturali, quantunque per facilità della dimostrazione le abbiamo supposte sezioni artificiali; ma nelle seguenti proposizioni le sezioni si suppongono necessariamente artificiali.

PROPOSIZIONE VIII.

Nel medesimo fiume la velocità media di una sezione alla velocità media d'un'altra ha la proporzione composta delle proporzioni dell'altezza viva della seconda sezione all'altezza viva della prima, e della larghezza della seconda sezione alla larghezza della prima.

Siano le sezioni (*fig.* 5. *e* 6.) AB, DE del medesimo fiume, nelle quali siano l'altezze vive AG, DH, e le larghezze GB, HE, e sia la velocità media della sezione AB la linea BC, e la velocità media della sezione DE la linea EF; dico che la BC all'EF ha proporzione composta delle proporzioni di DH a GA, e di HE a GB.

Perchè dunque eguale quantità d'acqua passa per l'una, e l'altra sezione AB, DE, sarà come la velocità BC alla velocità EF, così la sezione DB alla sezione AB; ma la proporzione della sezione DE ad AB è composta delle proporzioni di DH a GA, e di HE a GB; adunque la velocità BC alla velocità EF sarà in composta proporzione di DH a GA, e di HE a GB: il che ec.

PROPOSIZIONE IX.

Nel medesimo fiume l'altezza viva dell'acqua d'una sezione all'altezza viva dell'acqua d'un'altra è in proporzione composta della proporzione della larghezza della seconda sezione alla larghezza della prima, e della velocità media della seconda alla velocità media della prima.

Siano le sezioni del medesimo fiume (*fig.* 2. e 3.) AD, IM, le altezze vive delle quali siano AC, IK, e le larghezze CD, KM; dico che AC ad IK ha proporzione composta delle proporzioni della velocità media della sezione IM, alla velocità media della sezione AD, e della larghezza KM alla larghezza CD.

Si suppongono le quantità dell'acqua, che passano per l'una, e l'altra sezione in tempi eguali, ridotte ne' soliti prismi CF, KO, i quali saranno eguali; e saranno CG, KQ le velocità medie delle sezioni AD, IM; ma degli uguali prismi si rispondono le basi reciprocamente all'altezze; adunque come l'altezza AC all'altezza IK, così la base KN alla base CH; ma la base KN alla base CH è in composta proporzione delle proporzioni di KM a CD, e di KQ a CG: adunque la proporzione di AC ad IK avrà proporzione composta di KM a CD, e di KQ a CG, cioè l'altezza AC all'altezza IK avrà proporzione composta della velocità media della seconda sezione IM alla velocità media della prima sezione AD, e della larghezza KM della seconda sezione alla larghezza CD della prima; il che ec.

Corol. I. Dal progresso di questa proposizione si fa manifesto, che se le larghezze delle sezioni CD, KM si piglino per altezze de' prismi, sarà la proporzione delle larghezze CD, KM composta delle proporzioni di IK a CA, e KQ a CG, e la larghezza della prima sezione alla larghezza della seconda avrà proporzione composta della velocità media della seconda sezione alla velocità media della prima, e dell'altezza viva della seconda sezione all'altezza viva della prima.

Corol. II. È parimente manifesto, che le passate due proposizioni non solo hanno luogo nelle sezioni del medesimo fiume, ma ancora in quelle di diversi, purchè passino per esse eguali quantità d'acqua in tempo eguali.

PROPOSIZIONE X.

Se l'acqua d'un fiume entri in un altro fiume, l'altezza che ha l'acqua del primo fiume nel proprio alveo, all'altezza, che la medesima, ovvero un'altra mole eguale ad essa ha nel secondo fiume, ha proporzione composta della velocità, che ha nel secondo fiume, alla velocità, che aveva nel proprio alveo, e della larghezza del secondo fiume alla larghezza del proprio alveo.

Sia la sezione del primo fiume influente (*fig.* 5. e 6.) AB, l' altezza del quale sia AG, la larghezza GB, e la velocità media sia BC. Sia dipoi DH l' altezza che ha nel secondo fiume l' acqua influente, e la larghezza del secondo fiume HE, e perciò DE la sezione, per la quale l' acqua del primo fiume scorre per lo secondo fiume, e la sua velocità EF. Dico che l' altezza AG all' altezza GH avrà proporzione composta della velocità EF alla velocità BC, e della larghezza HE alla larghezza GB.

Imperciocchè scorrendo eguali quantità d' acqua per le sezioni AB, DE; sarà AG a DH in proporzione composta delle proporzioni di EF a BC, e HE a GB; il che ec.

Scolio. Si dee avvertire, che mentre diciamo AG a DH avere una data proporzione, noi non pigliamo DH per l' aumento fatto nel fiume per causa dell' accrescimento della nuova acqua; imperocchè AG all' aumento fatto nel fiume non ha sempre quella proporzione che ha a DH, ma per lo più l' ha maggiore, come a suo luogo sarà manifesto.

Corol. Da questa proposizione, e dall' ottava si fa manifesto, che la velocità media che ha l' acqua del fiume influente nel proprio alveo, alla velocità media che ha nel secondo fiume, ha proporzione composta delle proporzioni della larghezza del secondo fiume alla larghezza del primo, e dell' altezza che ha nel secondo fiume, all' altezza che aveva nel proprio alveo.

PROPOSIZIONE XI.

Se il complesso delle velocità di alcuna perpendicolare si figuri in un rettangolo sopra alla perpendicolare, come sopra base, sarà l' altezza del rettangolo la media velocità di quella perpendicolare.

Sia la perpendicolare (*fig.* 1.) AB, e il complesso delle sue velocità naturali si contenga nella figura ABCK, e sia tal figura ridotta nel rettangolo BL, di maniera che abbia l' AB per base; dico la sua altezza AL essere la velocità media della perpendicolare AB. Imperciocchè il lato LM parte sarà nella figura ABCK, e parte fuori di essa, come da se stesso è chiaro; che se fosse altrimenti il rettangolo, o sarebbe maggiore, o minore della figura; adunque seghera la linea KC in qualche punto, v. g. in H, pel quale si conduca HF paralella all' altezza AL. Perchè dunque il rettangolo BL è eguale ad ABCHK, se si leverà la parte comune ABMHK, sarà la figura KHL eguale alla figura MHC; ma KHL è l' eccesso delle velocità col quale FH, una delle velocità fra A, e B, supera la velocità fra A, ed F, e MHC è l' eccesso delle velocità, col quale la medesima FH è superata dalle velocità fra F, e B; adunque la velocità FH tanto è superata dalle

velocità fra F, e B, di quanto ella supera le velocità fra F, ed A; e perciò sarà FH velocità media della perpendicolare AB; ma FH è eguale ad AL, adunque ancora AL sarà velocità media della medesima perpendicolare AB; il che ec.

Corol. Essendo il rettangolo BL, per la costruzione, eguale al complesso delle velocità naturali dell'acqua nella perpendicolare AB, si potrà ancora il medesimo pigliare come per complesso delle velocità della medesima perpendicolare.

Proposizione XII.

Il complesso delle velocità di qualche perpendicolare al complesso delle velocità d'un'altra, ha proporzione composta della velocità media della prima perpendicolare alla velocità media della seconda, e della prima perpendicolare alla seconda.

Sieno le perpendicolari (*fig.* 7. *e* 8.) AB, CD, dico che il complesso delle velocità della perpendicolare AB al complesso delle velocità della perpendicolare CD ha proporzione composta delle proporzioni della velocità media della perpendicolare AB alla velocità media della perpendicolare CD, e di AB a CD.

Poichè gli aggregati delle velocità delle perpendicolari AB, CD si riducano ne' rettangoli BE, DF, le basi de' quali siano AB, CD sarà dunque il rettangolo BE il complesso delle velocità della perpendicolare AB, e DF il complesso delle velocità della perpendicolare CD; ma i rettangoli BE, DF sono fra loro in proporzione composta delle proporzioni di AE a CF, e di AB a CD; ma AE è velocità media della perpendicolare AB, e CF è velocità media della perpendicolare CD, adunque il complesso delle velocità della perpendicolare AB al complesso delle velocità della perpendicolare CD ha proporzione composta delle proporzioni della velocità media AE alla velocità media CF, e della perpendicolare AB alla perpendicolare CD; il che ec.

Corol. I. Ne segue da questa proposizione, che se le velocità medie sono eguali, gli aggregati delle velocità fra loro hanno la medesima proporzione che le perpendicolari.

Corol. II. E se le perpendicolari sono eguali, gli aggregati delle velocità saranno fra loro come le medie velocità.

Corol. III. Se poi gli aggregati delle velocità delle due perpendicolari siano fra loro eguali, ne segue, che le velocità medie delle medesime perpendicolari siano in proporzione reciproca delle perpendicolari.

Corol. IV. E perchè i rettangoli che hanno le basi, che reciprocamente si rispondono all'altezze, sono fra loro eguali, ne segue,

che se le velocità medie, e le perpendicolari siano fra loro in reciproca proporzione, gli aggregati delle velocità saranno fra loro eguali.

PROPOSIZIONE XIII.

Nelle sezioni egualmente larghe, le somme delle velocità d'una perpendicolare in ciascuna sezione sono fra loro come le quantità dell'acqua, che passano per le medesime sezioni in tempi eguali.

Sieno due sezioni (*fig.* 4.) AD, ED della medesima larghezza CD, ma d'ineguale altezza AC, EC; e sia G l'acqua, che passa per AD, ed H l'acqua che scorre per ED in tempo eguale. Sia di poi I il complesso delle velocità della perpendicolare AC, ed L il complesso delle velocità della perpendicolare EC, e finalmente sia M la velocità media della sezione AD, ed N la velocità media della sezione ED: dico come I ad L, così essere G ad H.

Imperocchè la ragione di G a H, cioè dell'acque, è composta delle proporzioni di M ad N, cioè delle velocità medie, e di quella della sezione AD alla sezione ED; ma è come AD ad ED, così AC ad EC; la proporzione adunque di G ad H sarà composta delle proporzioni di M ad N, di AC ad EC; ma la proporzione di I ad L, cioè il complesso delle velocità, anch'essa è composta dalle proporzioni di M ad N, e di AC ad EC; adunque come I ad L, così G ad H; il che ec.

PROPOSIZIONE XIV.

Le quantità dell'acqua, che passano in tempi eguali per qualsivogliano sezioni artificiali, fra loro hanno proporzione composta delle proporzioni del complesso delle velocità d'una perpendicolare della prima sezione al complesso delle velocità d'un'altra perpendicolare nella seconda sezione, e della larghezza della prima sezione alla larghezza della seconda.

Sieno le sezioni (*fig.* 7. *e* 8.) AG, CH; dico che la quantità dell'acqua che passa per AG, alla quantità dell'acqua, che in tempo eguale passa per CH, è in composta proporzione delle proporzioni del complesso delle velocità della perpendicolare AB, al complesso delle velocità della perpendicolare CD, e della larghezza BG della prima sezione alla larghezza DH della seconda.

Sia I la quantità dell'acqua che passa per AG, e K la la quantità dell'acqua che passa in tempo eguale per CH, e si faccia come il complesso delle velocità della perpendicolare AB, al complesso delle velocità della perpendicolare CD, così L ad M; e come la larghezza BG alla larghezza DH, così M ad N; sarà la proporzione di L ad N composta delle proporzioni, che hanno fra loro gli aggregati delle

velocità, e le larghezze delle sezioni. Sia dipoi O velocità media della sezione AG, e P velocità media della sezione CH, si dee provare come I a K, così essere L ad N.

Conciossiachè L ad M è composta delle proporzioni di AB a CD, e di O a P; adunque L ad N avrà proporzione composta di AB a CD, di O a P, e di BG a DH; ma delle medesime proporzioni è composta quella di I a K; adunque la proporzione di I a K sarà la medesima di L ad N; il che ec.

PROPOSIZIONE XV.

Gli aggregati delle velocità di due sezioni hanno fra loro proporzione composta delle proporzioni del complesso delle velocità d'una perpendicolare nella prima sezione, al complesso delle velocità d'un' altra perpendicolare nella seconda sezione, e della larghezza della prima sezione, alla larghezza della seconda.

Sieno le due sezioni (*fig.* 2. *e* 3.) AD, IM, e le sue larghezze CD, KM; dico che il complesso delle velocità della sezione AD al complesso delle velocità della sezione IN, ha proporzione composta del complesso delle velocità della perpendicolare AC, al complesso delle velocità della perpendicolare IK, e della larghezza CD, alla larghezza KM.

Si faccia il rettangolo CE eguale al complesso delle velocità della perpendicolare AC, e s'intenda eretto al piano della sezione AD; similmente si costituisca un altro rettangolo DF eguale al complesso delle velocità della perpendicolare BD, e s'intenda paralello al rettangolo CE; e si congiungano FE, HG. E perchè le perpendicolari AC, BD nella medesima sezione sono uguali fra loro, e a quelle parimente sono eguali qualsivogliano altre, ne segue, che la velocità media della perpendicolare AC, sia eguale alla velocità media della perpendicolare BD; e perciò saranno eguali fra loro le linee BF, AE, e per conseguenza ancora i rettangoli DF, CE saranno fra loro eguali, e simili, e similmente posti; ma sono ancora paralelli, adunque il solido CF sarà un prisma, la base del quale sarà il rettangolo CE, e l'altezza CD, ovvero AB. E se si riducano in rettangoli gli aggregati delle velocità di tutte le perpendicolari fra AC, e BD, saranno tutti eguali al rettangolo CE de' suddetti rettangoli; e se si pongano paralelli a' rettangoli CE, DF, i lati omologhi a' lati EG, FH saranno nel rettangolo FG, e tutti comporranno il prisma CF; adunque il prisma CF sarà il complesso delle velocità della sezione AD. Poste le medesime cose, si dimostrerà nell'altra sezione IM il prisma KO essere il complesso delle velocità della sezione IM; ma i prismi hanno proporzione composta delle proporzioni delle basi, e

delle altezze, adunque il prisma CF al prisma KO, avrà proporzione composta delle proporzioni della base CE alla base KP, e di CD, KM; ma CE è il complesso delle velocità della perpendicolare AC, e KP il complesso delle velocità della perpendicolare IK; adunque ancora il complesso delle velocità della sezione AD, al complesso delle velocità della sezione IM, sarà in composta proporzione del complesso delle velocità della perpendicolare AC, al complesso delle velocità della perpendicolare IK, e della larghezza CD alla larghezza KM; il che ec.

Corol. E perchè per la proposizione 14. le quantità dell' acqua in diverse sezioni sono fra loro in ragione composta della proporzione, che hanno fra di loro gli aggregati delle velocità nelle perpendicolari di diverse sezioni, e della proporzione delle larghezze delle medesime, ed essendosi nella superiore proposizione dimostrato, che la medesima proporzione è composta degli aggregati delle velocità in diverse sezioni, ne segue, che le quantità dell' acqua sono fra loro nella medesima proporzione, che gli aggregati delle velocità delle sezioni, per le quali passano, o piuttosto essere lo stesso il complesso delle velocità d' una sezione, e l' acqua che scorre per la medesima, presa astrattamente.

Scolio. Queste ultime proposizioni intorno gli aggregati delle velocità, benchè si potessero ridurre all' antecedenti, o almeno dalle medesime si potessero ricavare immediatamente, contuttociò abbiamo intrapreso a dimostrarle quì separatamente, acciocchè dalla similitudine delle proprietà, e delle passioni, chiaramente apparisse la connessione, o l' identità, o almeno la proporzionalità che hanno fra loro gli aggregati delle velocità, e le quantità dell' acque, o si considerino in una intera sezione, o solamente in una perpendicolare; e acciocchè frattanto il lettore s' assuefacesse a pigliare i complessi delle velocità in cambio delle quantità dell' acqua, essendo per essere frequente ne' libri seguenti l' uso di essi.

LIBRO SECONDO.

NEL QUALE SI PROPONE LA MISURA DELL' ACQUE CORRENTI NE' CANALI INCLINATI SOLITARI.

SUPPOSIZIONE.

Per dare luogo alla dottrina, supponiamo gli alvei de' fiumi, ovvero i canali essere vasi lunghi, che abbiano il fondo loro sempre nel medesimo piano, e i suoi lati piani verticali perpendicolari al piano del fondo, per li quali l' acqua scorre, o può scorrere dal più alto

al più basso termine, e i medesimi non ritorti, ma indirizzati dirittamente al suo termine.

DEFINIZIONI.

I. *Canale solitario* è quello che piglia tutta la sua acqua dal principio, e quella scarica al termine del suo corso, senza accrescimento, o mescolamento d'altri canali, come sono quelli che da' suoi fonti, o laghi pigliano tutta la loro acqua, la quale per tutto il tratto del loro corso non si mescola con l'acque d'altri canali.

II. *Canale unito* si dica quello che riceve l'acqua da due, o da più minuti canali scambievolmente uniti, uno de' quali influisca nell'altro, o si faccia l'unione solamente in uno, o in più luoghi, come sono per ordinario tutti i fiumi, le acque de' quali si radunano insieme per la confluenza di più rivi.

III. *Canale inclinato* è quello, le parti del quale inegualmente sono distanti dal centro de' gravi, altre più, altre meno.

IV. *Principio d'un canale* intendo quel punto, ovvero quella linea, nella quale prolungandosi il piano inclinato del canale, concorre colla superficie dell'acqua.

V. *Orizzontale* adunque *per lo principio dell'alveo* si dica quella linea, che si tira dal principio dell'alveo paralella all'orizzonte.

VI. *Orizzontale della sezione* è una linea, ovvero un piano tirato per lo fondo della sezione paralello all'orizzonte.

VII. *Angolo della inclinazione* di qualche canale è quello, che è fatto della linea orizzontale dal principio dell'alveo, e della linea della direzione del canale.

VIII. *Sezioni simili negli alvei declivi*, ovvero inclinati, si chiamino quelle, che egualmente sono distanti dal principio dell'alveo, e questo è chiaro, che non si possono trovare se non in diversi canali.

IX. *Sezioni similmente poste* si chiamino quelle, che si fanno in canali egualmente inclinati all'orizzonte.

X. *Luci* sono i forami di varia figura o circolare, o quadrata, ec. fatti ne' lati, o nel fondo di qualche vaso, pe' quali l'acqua, essendo ripieno il vaso, possa passare.

PROPOSIZIONE I.

Se da un vaso pieno di acqua si cavi dell'acqua da luci, o forami simili, ed eguali, ma posti inegualmente sotto la superficie dell'acqua, le quantità dell'acqua cavata saranno fra loro in sudduplicata proporzione dell'altezza dell'acqua che fa forza d'escire; purchè però perseveri sempre sopra i lumi eguale altezza d'acqua.

Questa proposizione vien dimostrata dall'esperienza; imperocchè oltre alle osservazioni degli altri, quelle del sig. Mariotte in particolare

sono state da me riesperimentate appresso il R. Abate D. Taddeo Peppoli l'anno 1683. il dì 14. d'Ottobre: perciocchè nel convento di S. Bernardo de' PP. Olivetani di questa città, favorendomi in persona il medesimo R. Abate (la memoria del quale sempre con animo grato sarà da me venerata, siccome in perpetuo mi dorrò della morte, benchè dopo una lunga vita, poco dopo ciò seguita) e D. Giovanni Ludovico Donello, dottor collegiato di filosofia, e medicina, e con qualche lode nelle matematiche versato, mio strettissimo amico, e da lui medesimo, e da altri amici ne' miei studj, ed esperienze aiutato, fu preparato un vaso cilindrico d'altezza di quattro piedi, col diametro della sua base lungo due piedi; e divisa la sua altezza in sedici parti eguali, furono dipoi fatti in un lato del vaso altrettanti fori circolari eguali fra loro: a tutti questi furono messe le sue cannelle di legno egualissime, la cavità interiore delle quali, dappertutto della medesima grossezza, e diligentissimamente spianata, e pulita, era più larga di un'oncia nel suo diametro, e alla loro parte esteriore fu adattato delle lame di metallo con un foro circolare nel mezzo, eguale ad un quarto d'oncia, col suo centro per l'appunto corrispondente all'asse della cannella, che sigillavano esattamente il resto del foro, che rimaneva. Dipoi ripieno il vaso d'acqua, e preparato un pendolo lungo once 28, e un quinto, fu osservata la quantità dell'acque, che escirono nello spazio di quindici vibrazioni. Primieramente dalla cannella inferiore, chiuse le altre, nel suddetto tempo l'acqua cavata fu once 123, mantenendo nel vaso la superficie dell'acqua nella medesima altezza: e serrata la cannella inferiore, e aperta la più alta di tutte, acciocchè l'altezza dell'acqua scemasse tre once, restando di gettare la detta più alta, fu aperta di nuovo l'inferiore, e l'acqua cavata in altre quindici vibrazioni fu once 118, e si seguitò così successivamente nell'altre, finchè non si arrivò all'altezza d'once 24. E per essere allora assai difficile mantenere l'acqua nella medesima altezza durante il tempo, che la cannella gettava, fu serrata l'inferiore cannella; e di nuovo ripieno il vaso d'acqua, fu riaperta quella che era sommersa once 24 sotto la superficie dell'acqua, e nel dato tempo si osservò essere escite once 93 d'acqua, e si seguitò successivamente l'esperienza secondo il metodo di sopra, fino che si arrivò a tre once d'altezza. E perchè la luce di quest'ultima cannella, benchè pochissimo, e quasi insensibilmente era maggiore della superiore; del che primieramente ci avvedevamo dalla quantità dell'acqua, che esciva, dipoi con esperienza sottilissima dalla rettificazione, o riscontro del diametro; perciò dalla mutazione della luce doppia osservazione fondamentale si ebbe a fare, la prima in altezza d'once 48, e la seconda in altezza d'once 24. Tutte le osservazioni sono nella seguente tavola insieme

colle quantità dell'acque corrispondenti alla sudduplicata proprorzione dell'altezza dell'acqua sopra i centri delle luci, cavate da due fondamentali osservazioni, acciocchè apparisca quanto poca sia la differenza fra la ritrovata proporzione coll'esperienza, e la proposta proporzione sudduplicata.

Altezza dell' acqua sopra il centro della cannella, e del lume in once del piede bolognese.	*Quantità dell' acqua, che esce in tutte a 15 le vibrazioni in once della libbra bolognese.*	*Proporzione dell' acque nella prima osservazione fondamentale, sudduplicate dell' altezze, in once della libbra bolognese.*
48	123	123
45	118	119
42	116	115
39	110	111
36	106	106
33	103	102
30	97	97 ½
27	91	92

		Proporzione dell' acque cavate nella seconda osservazione fondamentale.
24	93	93
21	87	87
18	81	80 ½
15	74	74
12	66	66
9	56	57
6	47	46 ½
3	34	33

Da queste osservazioni è chiaro, che le quantità dell'acqua sono in sudduplicata proporzione dell'altezze; e benchè in qualche luogo faccia alcuna piccolissima differenza dalla proposta proporzione, contuttociò è insensibile, ed è da attribuirsi al contatto delle luci, o delle lamine, o a qualche piccolissima inavvertenza dell'osservazioni, di maniera tale, che la natura par che proceda con questa proporzione.

Oltre all'esperienze, alcuni cercano di dimostrare questa proposizione, che tutti per lo più pigliano come principio, ovvero immediatamente la deducono dalla supposizione; tuttavia la più sicura dimostrazione mi pare, che sia quella del Torricelli, che è tale.

Sia il vaso (*fig.* 9. *e* 10.) ABCD, che abbia il foro in E orizzontale, e sia la superficie dell' acqua AB, e similmente s' intenda un altro vaso FG, col foro in H eguale al foro E; dico che la velocità, colla quale esce l' acqua dal foro H, alla velocità, colla quale esce dal foro E, è in suddupla proporzione delle linee, ovvero dell' altezze BL, FG.

Imperocchè l' acqua che esce da' fori E, H, levato l' impedimento dell' aria, sale fino all' orizzontali AM, NK per l' impeto, o per la velocità impressa in E, ed H; adunque la velocità in E, ed H, è la medesima, che se scendesse l' acqua da M in E, e da K in H; ma la velocità in E dalla discesa per ME, alla velocità in H dalla discesa per HK, ha proporzione sudduplicata dalle linee ME, HK, o di BL, FG; adunque la velocità in E, ed H è parimente in proporzione sudduplicata delle linee BL, FG; ed essendo le quantità dell' acque nelle sezioni, o luci eguali, come le velocità, ancora le quantità dell' acqua avranno proporzione sudduplicata delle altezze; il che ec.

Corol. E perchè la velocità in E, ed H, non è da altro causata, che dalla pressione dell' acqua, che sta sopra nel vaso, ne segue, che la pressione farà forza secondo la predetta proporzione, se si considera, che nella velocità operi solamente la pressione.

Scolio. Quindi tanto è, che il foro E sia orizzontale, e volto per insù, che di sotto nel fondo CD, o verticalmente ne' lati BL, FG, talchè la direzione sia orizzontale; imperocchè l' acqua preme da pertutto egualmente, purchè abbia sempre, o eguale, o la medesima altezza sopra di se. (1)

---

(1) Ne' getti verticali, il risalir l' acqua alla stessa altezza, alla quale si trova la di lei superficie nel vaso (salvo qualche piccol divario dipendente dalla resistenza dell' aria, e de' labbri del foro) ed il descrivere essa ne' getti orizzontali, ed inclinati, parabole d' ampiezza competente alla velocità, che si converrebbe ad un corpo cadente da un' altezza eguale, all' altezza dell' acqua nel vaso, sono tanti argomenti, che provano la legge della velocità dell' acqua esser la sudduplicata dell' altezza. E questa medesima legge è talmente confermata dall' esperienze qui addotte dal nostro autore, e da altri tante volte ripetute, che sembra non potersene omai più dubitare. Può bensì nascer dubbio, se la velocità che ha l' acqua nell' escir da' fori fatti nel fondo, o nelle pareti d' un vaso, sia quella stessa che si conviene ad un corpo solido cadente da un' altezza eguale a quella, a cui è nel vaso la superficie dell' acqua sopra il foro; mentre l' esperienze stesse sembrano lontane dal dimostrarlo. Si sa che un corpo, nel tempo in cui scende per una data altezza, acquista tanta velocità da percorrere equabilmente uno spazio doppio di tale altezza; che però se un fluido esce da un vaso con quella velocità, che avrebbe un solido alla fine di tal discesa, dovrebbe nel tempo stesso, in cui un corpo discende da quell' altezza, escire appunto una tal quantità di fluido, che eguagli il doppio della colonna d' acqua contenuta nel vaso, d' altezza eguale, all' altezza dell' acqua nel vaso, e di base eguale al foro.

PROPOSIZIONE II.

L'acqua che passa per qualche sezione d'un canale inclinato scorre con la medesima velocità, che scorrerebbe uscendo da un vaso per una luce simile, ed eguale alla sezione, e tanto remoto dalla superficie dell'acqua, quanto la sezione è distante dall'orizzontale tirata dal principio del canale.

Riferisce il Guglielmini nell'appendice del libro 6, che da un foro quadrato di un quarto d'oncia, sopra cui era l'acqua alta piedi bolognesi 3, once 10 $\frac{7}{8}$ ovvero piedi parigini 4. 7 $\frac{36}{41}$, escì una quantità d'acqua in 1′, che conformata in un prisma, che avesse per base il foro del vaso, avrebbe avuto l'altezza di piedi 427 once 9 $\frac{11}{393}$, o sieno once 5133, o piedi parigini 500 $\frac{3}{4}$ prossimamente. Laddove la velocità competente ad un corpo cadente dall'altezza di piedi parigini 4. 7 $\frac{36}{41}$, sarebbe quella di piedi 16. 8. 2. 4 per 1″, o sieno piedi 964 in 1′, onde il riferito esperimento dà più tosto una quantità eguale alla colonna dell'acqua sopra il foro, che doppia, come dovrebbe essere nell'ipotesi, che la velocità dell'acqua all'escir del vaso fosse quella, che un corpo avesse acquistato cadendo dall'altezza, in cui è l'acqua nel vaso. Parimente il Mariotte trovò, che da un foro di tre linee di diametro, posto 13 piedi sotto la superficie dell'acqua, escivano in un minuto 14 pinte, ciascuna delle quali pesa due libbre, e delle quali 35 fanno un piede cubico; la qual quantità d'acqua conformata in un cilindro, che abbia per base il sopraddetto foro, avrebbe d'altezza piedi 1148. Laddove la velocità competente alla caduta di piedi 13 parigini, sarebbe piedi parigini 27. 11. 1. 7, ovvero in un minuto primo, piedi 1675. 8. 6. 0; talchè anco quest'esperimento è lontano dal dare l'accennata velocità. Altre diversità ancora nelle quantità dell'acqua osservò provenire il Poleni dal modo di estrarla; estraendola cioè per mezzo d'un cannello fatto a guisa di cone tronco, la quantità dell'acqua era maggiore, che estraendola per un cannello cilindrico, e la quantità dell'acqua estratta per un cannello cilindrico, vide esser maggiore della quantità estratta per un semplice foro. È notabile per altro, che le quantità dell'acqua estratte in un istesso modo, cioè o quelle pel cannello conico, o quelle pel cilindrico, o l'altre pel semplice foro, estratte o da un lato del vaso, o dal fondo, furono costantemente in ragione sudduplicata dell'altezze; ma le sopracennate diversità nelle quantità dell'acqua fanno non senza ragione sospettare, che nell'escita dell'acqua da' vasi alcune cause vi sieno, che turbino il libero e intero moto naturale dell'acqua; forse che l'acqua laterale al foro, dicono alcuni, dà alle particelle dell'acqua che esce presso agli orli, una direzione verso l'asse dello zampillo, e queste impediscono l'escita delle particelle di mezzo, e cessa questo impedimento almeno in parte, allorchè si adatti al foro un cannello, le cui pareti attraggano a se quelle prime particelle, che alteravano all'acqua la direzione, e ne impedivano il libero esito. Ma sieno quali più si vogliono le cause di ciò, realmente si osserva, che a piccola distanza dagli orifizi de' vasi, da' quali esce l'acqua, lo zampillo si ristringe, sia il getto verticale, o orizzontale nel quale

Sia il canale inclinato (*fig.* 11:) AB, pel quale scorra l'acqua nella sezione B, e sia la linea AE l'orizzontale per lo principio del canale; dico che l'acqua per la sezione B, scorrerà con la medesima velocità, che se scorresse per la medesima sezione B, come se fosse un foro d'un vaso chiuso ABE, nel quale AE sia la superficie dell'acqua. Conciossiachè, essendo l'acqua un corpo grave, se ci

---

non può sospettarsi ciò accadere per l'accelerazione: questo ristringimento fu notato con occhio filosofico dal celebre Newton, e ritrovò essere il diametro dello zampillo in tal luogo, ovvero il diametro della vena ristretta, al diametro del foro, come 6 : 5, ovvero come $6\frac{1}{2} : 5\frac{1}{2}$ incirca, ed avvertì, che sopra la sezione della vena ristretta, e non sul foro doveasi istituire il calcolo della quantità dell'acqua. Il che facendo, l'esperienze molto si avvicinano a dar la velocità dell'acqua che esce da' vasi, eguale a quella, che hanno i corpi liberamente cadenti. Ed in fatti il Poleni notò, che da un foro di linee 26 di diametro, fatto in una lastra, essendo l'acqua sopra esso piedi 1. 9. 4, escirono in 4′ 37″ poll. cubi d'acqua 73035, e però in 1″ poll. $263\frac{2}{3}$ prossimamente; il diametro della vena ristretta fu lin. $20\frac{1}{2}$, onde viene la sezione della vena ristretta 329. 9, o sieno poll. $2\frac{21}{72}$ prossimamente, pe' quali dividendo $263\frac{2}{3}$, ne viene l'altezza del cilindro d'acqua escito in 1′, di poll. 115; laddove un corpo liberamente caduto dall'altezza di piedi 1. 9. 4 farebbe poll. 124: la differenza, come si vede, è molto piccola, e da potersi ascrivere allo sfregamento negli orli del vaso, alla resistenza dell'aria, e alla misura istessa della vena, che non può mai prendersi precisamente. Fatta poi l'altezza dell'acqua di piedi 3. 9. 2 per l'istesso foro di lin. 26 di diametro, escirono in 3′ 11″ $\frac{1}{2}$ poll. cubi 73035, o sieno in 1′ poll. $362\frac{1}{2}$ prossimamente, essendo il diametro della vena ristretta $20\frac{1}{2}$; onde il cilindro dell'acqua sarà alto prossimamente poll. 152, laddove la velocità d'un corpo caduto da detta altezza sarebbe poll. 181. Accostandosi di tanto l'esperienza a dare all'acque che escono da' vasi l'istesse velocità, che avrebbero i corpi cadendo dall'altezza, in cui è l'acqua sopra il foro; e le differenze che si ritrovano tra l'esperienze, ed il calcolo, potendosi ascrivere ad alcune cause accidentali, ed alla difficoltà dell'esperienza istessa, pare potersi concludere, che veramente i fluidi all'escir de' fori fatti nel fondo, o nella parete d'un vaso, non abbiano diversa velocità da quella, che avrebbe un corpo acquistata in fine della discesa, se esso cadesse da una altezza eguale appunto a quella che ha l'acqua sopra il foro del vaso. Quindi è, che la quantità dell'acqua, che astraendo dalle sopraddette cause, escirebbe da un foro fatto in un vaso, nel tempo che un corpo solido caderebbe dall'altezza che ha l'acqua nel vaso, sarà doppia della colonna d'acqua soprapposta all'istesso foro.

Donde si può dedurre, che l'impressione fatta dall'acqua, che corre con una data velocità sopra una superficie piana, equivale al peso d'un cilindro d'acqua, la cui base sia l'istessa superficie, e l'altezza sia doppia di quella, da cui dovrebbe cadere un corpo per acquistare quella velocità, che ha l'acqua corrente.

immagineremo, che da A sia scorsa per lo piano inclinato AB, sarà in B la medesima velocità, che in D, se da A fosse piombata in D (supponendosi AD perpendicolare all' orizzonte, e tagliata dall' orizzontale DB) ovvero da C in B; ma nel vaso chiuso la velocità della luce B è la medesima, che avrebbe l' acqua se scorresse da C in B; adunque scorra l' acqua per lo canale AB nella sezione B, o scorra fuora dal vaso ABE per la luce B, sarà sempre la medesima velocità. Il che ec.

Corol. I. Da queste cose si ricava, le velocità in diverse sezioni d' un medesimo canale essere in proporzione sudduplicata delle perpendicolari tirate dalle sezioni all' orizzontale per lo principio dell' alveo. Imperocchè, essendo le velocità nelle luci FB, in sudduplicata proporzione delle linee FG, BC, ancora le velocità nelle sezioni F, B, avranno la medesima sudduplicata proporzione.

Corol. II. E perchè come FG, a BC, così è FA, a BA, saranno ancora le velocità delle sezioni F, B, in sudduplicata proporzione delle linee FA, AB, cioè delle distanze dal principio dell' alveo.

Corol. III. Ritrovata adunque la media proporzionale fra GF, e CB, ovvero fra AF, e AB, sarà come GF, o AF, alla media, così la velocità F alla velocità B.

Corol. IV. Per la qual cosa se con l' asse AB, e 'l vertice A si descriva la semiparabola AHL, e si tirino le semiordinate FH, BL, saranno queste la misura delle velocità de' punti, ovvero delle sezioni F, B, e così degli altri.

Corol. V. Dalle sopraddette cose se ne deduce, che sempre più crescono le velocità, quanto più si discostano le sezioni dal principio dell' alveo: al contrario poi, essendo che, stando nel medesimo stato il canale, le velocità contrariamente rispondano alle sezioni, ne segue conseguentemente, che sempre le sezioni sono minori, e se le medesime si suppongono egualmente larghe, l' altezze saranno sempre minori.

PROPOSIZIONE III.

In qualsivoglia sezione d' un canale inclinato, la velocità è maggiore nel fondo, che nella superficie dell' acqua.

Sia il canale inclinato (*fig.* 12.) AB, e in esso la sezione con l' altezza BC; dico che la velocità in B, è maggiore di quella in C. Si tiri per lo principio dell' alveo l' orizzontale, alla quale da B, e C, si tirino le perpendicolari BE, CD; e perchè l' angolo CBA è retto, se da esso si cavi l' angolo acuto ABE, rimarrà l' angolo CBE acuto. Laonde tirata la perpendicolare CF, a BE, caderà dalla parte E, e taglierà la porzione FE minore di tutta la BE, adunque ancora DC sarà minore della medesima BE, ma la velocità B conviene alla discesa

BE, e la velocità C, alla discesa DC, e alla maggior discesa si conviene la maggiore velocità, adunque la velocità in B è maggiore che in C. Il che ec.

Corol. E perchè quanto è maggiore l'inclinazione, tanto più diminuisce l'angolo EBA, sarà conseguentemente maggiore l'angolo FBC, e però la perpendicolare CF caderà sempre più vicino al punto B, laonde la differenza fra la volocità del fondo, e della superficie, sarà sempre minore, quanto più sarà inclinato il canale; ed essendo a perpendicolo, cadendo CF in CB, le velocità si eguaglieranno fra loro.

PROPOSIZIONE IV.

In diverse sezioni del medesimo canale inclinato la proporzione della velocità del fondo, alla velocità della superficie, è sempre maggiore, quanto più le sezioni s'accostano al principio del canale.

Si supponga nella medesima figura la sezione (*fig.* 12.) GH più vicina al principio del canale, che la sezione B; dico, che la velocità G alla velocità H avrà maggior proporzione, che la velocità B alla velocità C. Perciocchè, fatte le medesime cose, GH è maggiore di BC, e ne' triangoli IGH, FBC tutti gli angoli sono eguali; imperocchè oltre agli angoli retti F, I, gli angoli FBC, IGH sono eguali, essendo complementi degli angoli uguali AGK, ABE, sarà ancora GI maggiore di FB; e perchè KG è minore di EB, tolta IG, da KG, e FB, da BE, rimarrà KI molto minore di FE: avrà adunque GI a FB maggior proporzione, che KI ad EF, e permutando GI, a KI, avrà maggior proporzione, che FB, ad EF, e componendo GK ad IK, ovvero a LH, l'avrà maggiore, che BE ad EF, o a DC. Sia X media propoprzionale tra GK, e LH, e Y media proporzionale fra EB, e CD, adunque KG ad X avrà maggior proporzione, che EB ad Y: ma la proporzione di KG, ad X è la medesima di quella della velocità G, alla velocità H, e la proporzione di EB ad Y è la medesima di quella della velocità B, alla velocità C. Sicchè la velocità G ad H avrà maggior proporzione, che la velocità B alla velocità C. Il che ec.

Corol. Si fa manifesto da queste cose, che nelle sezioni molto remote dal principio del canale, può accadere, che la differenza delle velocità sia sensibilmente eguale, particolarmente in quelle di poca altezza, avvicinandosi sempre più la proporzione all'egualità.

Scolio. E perchè quasi sempre nelle sezioni de' fiumi la distanza della superficie dell'acqua dal principio del canale, insensibilmente differisce dalla distanza del fondo dal medesimo principio, si potrà fisicamente pigliare la velocità del fondo, eguale alla velocità della superficie, ritardandosi particolarmente l'acqua nel fondo della sezione,

per cagion del contatto del medesimo fondo, d'onde ne segue, che ne' fiumi, particolarmente di poca altezza, l'acqua alle volte sia più veloce nella superficie, che nel fondo.

PROPOSIZIONE V.

Assegnare una parabola nella quale si possa pigliare la misura delle velocità nella perpendicolare di qualche sezione.

Sia il canale inclinato (*fig.* 13.) ABG, il principio del quale sia A, la sezione B, e la sua altezza BC, bisogna assegnare una parabola, nella quale si possa pigliare la misura di tutte le velocità, esistenti nella linea BC. Dal punto A si tiri l'orizzontale AF, e si prolunghi BC finchè non convenga con AF, in F, e d'intorno all'asse BF si descriva la semiparabola FHG: dico, che questa sarà la ricercata parabola. Si tirino perpendicolari le BD, CE, ad AF, e le semiordinate BG, CH, ec. e perchè la velocità in B, alla velocità in C, è in sudduplicata proporzione di BD, a CE, ed è BD, a CE per la similitudine de' triangoli, come FB ad FC, sarà la velocità in B alla velocità in C, in sudduplicata proporzione di quella, che ha FB a FC; ma la medesima proporzione sudduplicata ha BG a CH, adunque le velocità B, e C, saranno fra loro, come BG a CH; adunque se BG s'intenderà essere la velocità del punto B, sarà CH la velocità del punto C, e LM del punto M, e così degli altri. Laonde la parabola FBG sarà la misura di tutte le velocità della perpendicolare BC. Il che ec.

Corol. Da queste cose è chiaro, lo spazio parabolico CBGH essere il complesso di tutte le velocità della perpendicolare BC.

PROPOSIZIONE VI.

Data la proporzione delle semiordinate in uno spazio parabolico, e dato il segamento dell'asse fra le semiordinate, ritrovare l'asse della parabola.

Sia data nello spazio parabolico (*fig.* 14. *e* 15.) ABCD, la proporzione, che ha AB, a CD, e dato il segamento dell'asse bisogna ritrovare l'altezza dell'asse della parabola. Si faccia il quadrato della semiordinata maggiore CD, quale sia EH, e si faccia il quadrato della minore AB, che sia EF posto nell'angolo comune E, e si faccia come la differenza de' quadrati, cioè come lo gnomone ILM al quadrato EF, così AC, all'altra per lo diritto continovatale AG; dico, che CG sarà l'asse ricercato. Imperciocchè, come lo gnomone ILM al quadrato EF, così CA ad AG, sarà componendo, come lo gnomone insieme col quadrato EF, cioè il quadrato EH al quadrato EF, così CA

insieme con AG, cioè tutta la CG, a GA, sicchè GC, a GA starà come il quadrato EH, ovvero CD, al quadrato EF, ovvero AB; adunque il punto G sarà il vertice della parabola. Il che ec.

Corol. I. Adunque se AB, CD, sieno assegnate nelle parti del segamento AB, non solo si darà l' altezza della parabola, ma ancora la sua larghezza.

Corol. II. Segue da questa proposizione, che se si darà, nella (*fig.* 13.) della precedente proposizione, la ragione delle velocità BG, CH, e la perpendicolare della sezione BC; si ritroverà l' asse BF della parabola, che misura tutte le velocità della perpendicolare BC.

Corol. III. Anzi di più, se sarà noto l' angolo dell' inclinazione BAD, si potrà trigonometricamente ritrovare l' AB, e BD, cioè la distanza del fondo della sezione dal principio dell' alveo, e la distanza del medesimo fondo dall' orizzontale pel principio dell' alveo; poichè ne' triangoli ABD, ABF, oltre il lato BF, saranno noti tutti gli angoli.

PROPOSIZIONE VII.

Riquadrare lo spazio parabolico.

Sia lo spazio parabolico ABCD, a cui si debba ritrovare un rettangolo eguale.

Si trovi l' asse (*fig* 16.) CE, e si faccia il rettangolo AF, uguale alla parabola AEB, e similmente alla parabola CED, si faccia uguale il rettangolo CG, e si prolunghi AB, e come CA ad AE, ovvero come HO ad OG, così sia KO ad OI, e si compisca il rettangolo HI: dico, che il rettangolo CI è eguale allo spazio parabolico CABD, Conciossiachè il rettangolo AF è eguale alla parabola AEB, e il rettangolo CG alla parabola CED, cavato dal rettangolo CG, il rettangolo AF, e dalla parabola CED, la parabola AEB, rimmarà lo spazio KFGHCAK eguale allo spazio parabolico CABD, sicchè levato di comune il rettangolo CO rimarrà il rettangolo FO eguale al rimanente spazio parabolico HOBD; ma il rettangolo FO, è eguale al rettangolo HI, avendo i lati reciprocamente proporzionali: adunque il rettangolo HI sarà eguale allo spazio parabolico HOBD; aggiunto adunque di comune il rettangolo CO, sarà tutto il rettangolo CI eguale allo spazio parabolico CABD. Il che ec.

PROPOSIZIONE VIII.

Ritrovare in un canale inclinato la media velocità di qualsivoglia perpendicolare.

Sia nel canale inclinato la sezione (*fig.* 17.) B con l' altezza BC, bisogna trovare la media velocità della perpendicolare BC. Si descriva

la parabola, che sia la misura delle velocità della perpendicolare BC, e tirate le semiordinate BE, CH, si faccia il rettangolo BF eguale allo spazio parabolico BCHE, il lato del quale FI segherà la parabola in qualche punto G; e per G si conduca GK semiordinata all'asse BD, che seghi il medesimo asse nel punto K. Dico nel punto K essere la media velocità ricercata, e la medesima essere espressa dalla linea KG.

Poichè, se tutte le parti dell'acqua nella perpendicolare BC scorressero con eguale velocità, è certo, che nel tempo che C arrivasse ad F, ancora K arriverebbe a G, e B ad I; laonde il rettangolo BF sarebbe il complesso delle velocità della perpendicolare BC; ma lo spazio parabolico BCHE è il complesso delle velocità della perpendicolare BC, e il rettangolo BF è eguale allo spazio parabolico; adunque il complesso delle velocità è eguale, o scorra l'acqua con una sola, e uniforme velocità KG, ovvero con ineguali BE, CH ec. adunque dalle cose dimostrate nel primo libro, ancora le quantità dell'acqua sarebbero eguali, e conseguentemente KG sarà media velocità.

Altrimenti.

Perchè il rettangolo BF è eguale allo spazio parabolico BCHE, cavata la porzione comune CHGIB, rimarrà il trilineo HGF eguale al trilineo IGE; ma la velocità KG supera tutte le minori velocità colle velocità, che possono essere contenute nel trilineo HGF, ma è superata dalle maggiori velocità, con quella porzione, che si contiene nel trilineo IEG, adunque essendo eguali i trilinei, HG di tanto supererà le minori velocità, di quanto ell' è superata dalle maggiori, e conseguentemente sarà la media velocità. Il che ec.

ESEMPIO

Col quale si possono i tre superiori teoremi aritmeticamente risolvere. Sia l'altezza della sezione BC piedi 4, e la proporzione delle velocità BE, e CH sia quella, che ha 3 a 4, oppure per più facilità del calcolo del 9 a 12 (in che modo poi si debba trovare per via d'esperienze la proporzione delle velocità lo insegneremo di sotto) si facciano i quadrati delle velocità 9. 12. v. 81, e 144 e si sottragga dal maggiore il minore, sarà la differenza 63. adunque per la regola aurea, come sta il 63 all' 81. così il 4 al 5 e un settimo, e tanto sarà la CD residuo dell' asse intero della parabola, per conseguenza tutta la BD sarà 9 e un settimo: si moltiplichi l' asse BD, che è 9. e un settimo, co' due terzi della linea BE, cioè 8; il prodotto 73 e un settimo, sarà l' area della parabola BDE: similmente si moltiplichi

l' asse DC co' due terzi della linea CH, cioè con 6; il prodotto 30. e sei settimi sarà la superficie della parabola DCH: si sottragga 30. e sei settimi, da 73 e un settimo, la differenza 42. e due settimi, sarà l' area BCHE; adunque se 42 e due settimi, sia partito da BC, che è 4, il quoziente sarà 10. e quattro settimi, e l' altro lato del rettangolo CF eguale allo spazio parabolico BCHE. Per trovar dunque il luogo della linea KG eguale a CF nell' asse BD, si faccia il suo quadrato 111 e $\frac{37}{49}$, e per la regola aurea, come sta il quadrato 81 al quadrato 111 e $\frac{37}{49}$, così l' asse 5 e un settimo, all' asse DK 7 $\frac{295}{3087}$; laonde levato dall' asse DK, l' asse DC 5 e un settimo, rimarrà CK 1 $\frac{2941}{3087}$, oppure se la perpendicolare è in misura di piedi, sarà piedi 1 onc. 11 e mezzo prossimamente. Laonde tanto il luogo della velocità media sarà immerso sotto la superficie dell' acqua.

PROPOSIZIONE IX.

Ritrovare meccanicamente la proporzione delle velocità.

Da una data lunghezza d' un canale, o una data distanza del principio del medesimo canale da una sezione, e dall' angolo dell' inclinazione, facilmente si troverà la proporzione delle velocità della superficie, e del fondo. Imperocchè avendo il triangolo (*fig.* 17.) ABD l' angolo retto in B, ed essendo cognito l' angolo dell' inclinazione DAB, e di più essendo noto il lato AB ancora, colla trigonometria si fa nota l' altezza della parabola BD, la quale ritrovata, e ritrovata ancora l' altezza di qualche perpendicolare nella sezione v. g. BC, sarà la proporzione della velocità B alla velocità C, sudduplicata di quella di DB, a DC. Che se non è cognita la distanza della sezione dal principio dell' alveo, dalle cose di sopra dimostrate nella 6.ª proposizione, è chiaro il converso, cioè data la proporzione delle velocità BE, CH ec. ritrovare le cose rimanenti.

Bisogna adesso assegnare un modo, col quale si faccia nota meccanicamente questa proporzione. Sia perpendicolare all' orizzonte la linea (*fig.* 18.) AD, e il pendolo AB, che sia sostenuto fuori del perpendicolo dalla potenza BC, dimostra l' Erigonio nella proposizione 9 della sua meccanica, che se da B si elevi la BE, paralella alla DA, e per E si conduca EF paralella a BC, e l' altra EC paralella ad AB, sarà BE a BC, come il peso nella perpendicolare AD, alla potenza BC. (1) S' intenda alzato il pendolo in H, e si faccia HK, eguale a BE; sarà dunque ancora in questo caso il peso nella perpendicolare alla

(1) Si rappresenti (*fig.* 56.) per BP la gravità della palla B sospesa al filo AB, una parte di questa forza rappresentata dalla TP, opera solamente in tirare il filo, e la BT perpendicolare ad AB, e però tangente del cerchio descritto col

potenza HI, come HK, ad HI, ed essendo BE, ed HK eguali, sarà come la potenza BC, alla potenza HI, così la BC all'HI; laonde se operano per via di linee orizzontali le potenze BC, e HI, essendo in quel caso gli angoli KHI, EBC retti, saranno HI, BC tangenti degli angoli dell'inclinazione HKI, BEC; per lo che in tal caso le potenze saranno, come le tangenti degli angoli dell'inclinazione. Ma se non sieno le potenze orizzontali, ma però sia noto il loro angolo con la linea verticale, insieme con l'angolo dell'inclinazione del pendolo, si conoscerà tuttavia trigonometricamente la proporzione delle medesime potenze. Imperocchè supposta HK di qualsivoglia arbitraria quantità, sarà nel triangolo HKI noto il lato HK, e parimente noti gli angoli HKI dell'inclinazione del pendolo, e KHI angolo della vibrazione, ovvero del tratto, laonde sarà noto il lato HI; e parimente nell'altro triangolo EBC sarà noto BC per la misura comune con HI, se si supponga BE di tal misura, quale si è supposta KH; sicchè le HI, BC avranno fra loro la medesima proporzione, che le potenze traenti. (1) Essendo dunque il medesimo, se operi la potenza col ti-

---

raggio AB, rappresenta l'altra parte rimanente, cioè il momento, col quale la palla B tende a ritornare nel sito verticale AD.

Sia la potenza BC, che trattenga il corpo B, nell'inclinazione AB; se questa agisca orizzontalmente una parte di essa, o espressa dalla TC perpendicolare alla tangente TB, s'estingue in solamente premere vie più il peso B contro il filo, e solo l'altra parte TB opposta direttamente alla direzione, per la quale la palla B tende a scendere, opera in ritenere la detta palla nell'inclinazione AB. Rappresentando adunque per TB il momento, o gravità respettiva di B per discendere, ovvero per BP la forza totale, o finalmente per TP quella forza, che fa contro il punto A, BC rappresenterà la potenza che è necessaria, acciò agendo orizzontalmente, ritenga la palla nell'inclinazione AB; ovvero la potenza BC, e nel nostro caso la forza del fluido, che si dirà f, dovrà essere al peso della palla, che si dirà b, come BC, a BP; o perchè il triangolo DAB è simile al triangolo BPC, e può la gravità assoluta della palla B, rappresentarsi per AD, il suo momento per discendere per DV, stando appunto AD : DV :: BP : BT; sarà la forza del fluido al peso della palla B, come DB : AD; e però $f = \frac{b \cdot BD}{AD}$. E perchè la gravità della palla B è eguale al suo volume, e alla gravità respettiva nel fluido, dicendo V il volume, G la gravità specifica della palla nell'aria, g quella del fluido, sarà il peso della palla nel fluido $= V \cdot (G - g)$, e però la forza del fluido $= f = \frac{V \cdot G (G - g) \cdot BD}{AD}$. E se il peso b è sempre l'istesso, sarà la forza del fluido $f = BD$, cioè come la tangente dell'angolo di deviazione del filo dalla verticale AD. E rappresentando per BP il peso della palla B, la forza PT del peso della stessa palla in tirare il punto A, sarà accresciuta dalla quantità TC, onde sarà la forza, colla quale sarà tirato il filo, non solo dal peso della palla B, ma anco dalla forza BC, come CP; o sia come la seganta AB dell'angolo di deviazione, quando il peso di B, si rappresenti per AD.

(1) Ma se la potenza (*fig.* 56.) BC non sia orizzontale, qual'è MB, ovvero BN,

rare per l' HI, o collo spingere per l' MH, o NB, poichè da esse egualmente nell' uno, e nell' altro caso insieme colle potenze AH, AB si fa l' equilibrio col peso B ovvero H, sarà nota ancora la proporzione delle MH, NB, potenze spingenti.

Per ritrovar dunque la ricercata proporzione delle velocità, si adatti un pendolo ad un quadrante spartito in gradi, e in minuti, e si ponga uno de' suoi lati verticalmente, e si lasci andare il peso B nell' acqua di qualche canale, in modo che il suo centro sia al pari della superficie dell' acqua, è chiaro, che la velocità dell' acqua divertirà la direzione del pendolo verso il centro. Si osservi diligentemente l' angolo dell' inclinazione. Dipoi lasciato andare il pendolo (senza variare la lunghezza del filo) sono al fondo del canale, di maniera però, che non sia dal medesimo fondo impedito, di nuovo si osservi l' angolo dell' inclinazione. E perchè la potenza, che tiene il pendolo nell' angolo dell' inclinazione, è la stessa velocità dell' acqua corrente, tanto nel fondo, quanto nella superficie, imperocchè nell' acqua stagnante il pendolo senza angolo alcuno s' indirizza verso il centro, sarà la proporzione delle potenze la medesima, che quella della velocità; sicchè se la superficie dell' acqua non è in alcun modo, o è insensibilmente inclinata all' orizzonte, le tangenti degli angoli dell' inclinazione avranno la medesima proporzione, che le velocità. (1) Che se fosse sensibile l' inclinazione della superficie dell' acqua all' orizzonte, questa si dovrà misurare, e aggiungerla all' angolo

---

essa dovrà esser tale, che consumando una parte NF della sua forza in premere il peso della palla B, gli resti la forza FB, direttamente opposta alla discesa della palla B, tale che eguagli DV, o che DB sia eguale a BH; dovrà perciò essere BN : BH :: sen. BHN : sen. BNH; ma BNH = FHB — HBN, ovvero ABD — HBN, ovvero BAE — HBN; dunque sarà $BN = \frac{BH \,.\, sen.\ BHN}{sen.\ BAE - HBN}$; ed il peso della palla B, alla forza BN :: AD : $\frac{BH \,.\, sen.\ BHN}{sen.\ BAE - HBN}$; dunque la potenza BN dovrà essere $= \frac{b \,.\, BH \,.\, sen.\ BHN}{AD \,.\, sen.\ (BAE - HBN)}$. E ponendo il peso $b = 1$, dovrà essere $BN = \frac{BH \,.\, BHN}{sen.\ BAE - HBN}$.

La forza dunque agente secondo la direzione MB, capace di sostenere la palla B, nell' angolo di distrazione DAB, sarà in ragione diretta del seno di BHN, ovvero NHI, ovvero BAE, cioè del complemento di BAD, angolo di distrazione del pendolo, e di BH, o della sua eguale BD, cioè della tangente del medesimo angolo di distrazione, e reciproca della differenza del seno di complemento dell' angolo di distrazione, col seno dell' angolo d' inclinazione della potenza.

(1) (*fig.* 56.) L' Ermanno, e molti altri matematici vogliono con molta ragione, che la potenza, o forza del fluido, che trattiene il pendolo inclinato, non sia come la semplice velocità, ma bensì come il quadrato di questa, essendo in

retto e si avrà l'angolo del tratto, il quale ritrovato, come sopra si è detto, si ricava la proporzione delle velocità. Il che ec.

PROPOSIZIONE X.

Dato il luogo d'una media velocità, e dato l'angolo dell'inclinazione del canale, determinare lo spazio, che può scorrere nel dato tempo una data velocità.

---

tal ragione qualunque impressione, che si faccia da un fluido corrente sopra una superficie. Perciò allorchè il fondo d'un fiume sia orizzontale, quale si può assumere in tutti quelli che corrono nelle pianure, saranno le velocità non in ragion semplice, ma sudduplicata delle tangenti, cioè, perchè (dicendo u la velocità del fluido, g la gravità specifica di esso) $gu^2 = f = \frac{b \cdot BD}{AD}$, sarà $u = \sqrt{\frac{b \cdot BD}{AD \cdot g}}$, ovvero, se $b = 1$, e si facciano le osservazioni in un istesso fluido, onde anco $g = 1$, sarà $= \sqrt{BD}$.

Se dunque per mezzo d'un quadrante, o d'un quadrato, di cui i lati sieno divisi in 1000 parti, acciò rappresentino le tangenti, o con qualche altro istrumento, si osservi la quantità de' gradi, o immediatamente le tangenti degli angoli di deviazione del filo dal perpendicolo AD, si avrà facilmente la proporzione delle velocità a diverse profondità; e determinando la velocità assoluta in alcun caso, ex. gr. alla superficie per mezzo d'un galleggiante, si potranno colla stessa palla dedurre le velocità assolute in ogni altro caso. Dalla formola di sopra espressa si deduce $BD = \frac{f \cdot AD}{V \cdot (G - g)}$; d'onde si vede, che le tangenti in parità di circostanze, sono reciprocamente come i volumi, o grandezze delle palle, e reciprocamente pure, come le gravità respettive, e cangiando ambedue queste, son quelle reciprocamente in ragion composta de' diametri delle palle, e delle gravità respettive; che però con diminuire i diametri delle palle, o la gravità respettiva, si accresceranno le dette tangenti, e potrà così rendersi quanto si vuole sensibile la misura della proporzione delle velocità. Misurar si potrebbono le velocità anco per mezzo di quella quantità di forza, che preme il peso della palla B, e accresce la tensione del filo AB, come è stato già avvertito da un rinomato professore. E si è già trovato essere questa come la segante dell'angolo di deviazione, ponendo la gravità relativa come il raggio AB. Se dunque si farà come la gravità relativa alla forza traente, così il seno totale al quarto, questo esprimerà la segante AB dell'angolo di deviazione; avuta la quale si avrà per mezzo delle tavole la tangente, e in conseguenza la velocità ricercata. Per misurar poi la sopraccennata forza traente, è stato proposto di attaccare il filo AB all'oncinetto di una di quelle bilance formate di una molla dentro un cilindro, ovvero al tamburo di un castello simile a quelli de' comuni orivoli; poichè tentando prima quante rivoluzioni esso faccia al peso d'un'oncia, quante al peso di due ec. immersa di poi nel fluido corrente la palla, appesa pel filo AB al detto tamburo, si osserverà quante rivoluzioni esso faccia per la forza traente della palla spinta dal fluido, si saprà in conseguenza a quanto peso essa forza traente equivaglia.

Il Corradi, ed altri con esso hanno pensato, come per mezzo del pendolo, non

Sia H il luogo della media velocità, e l'angolo (*fig.* 19.) DAB, bisogna determinare lo spazio, che possa essere scorso nel dato tempo B dalla velocità H. E perchè nel trovare il punto H, prima si fa noto l'asse BD, sarà noto nel triangolo DHK il lato DH, ed oltre all'angolo retto DKH, sarà ancora noto l'angolo KDH complemento dell'angolo KAB dell'inclinazione, laonde sarà noto il lato KH: adunque la velocità media H è la medesima, che se scorresse l'acqua da un vaso, sotto l'altezza KH.

Sia dunque il vaso NO (*fig.* 19. 20. 21. *e* 22.) con l'altezza OM, e la luce MP sia di nota superficie v. g. un quadrato d'oncia, e sia R la sua media velocità, dipoi sia l'altezza RO eguale all'altezza KH, e si supponga che dalla luce PM sia scorso v. g. un piede cubo d'acqua QS, nel tempo L, che sia un minuto d'ora. Questa

---

solo la velocità respettiva del fluido, ma l'assoluta ancora si potesse immediatamente dedurre. Pongono essi, che l'impressione del fluido sulla palla B, sia eguale al peso di un cilindro del fluido istesso, che abbia per base il cerchio massimo di questa, e per altezza quella dalla quale dovrebbe cadere un corpo per acquistare la velocità del detto fluido: cosicchè, dicendo a quest'altezza, e c il cerchio massimo della palla, sia $acg = \frac{V.(G-g).BD}{AD}$, che però $a = \frac{V.(G-g).BD}{c.AD.g}$; e perchè il volume V della palla è eguale a $\frac{2}{3}$ del cilindro circoscritto, e però eguale ad un cilindro, che abbia per altezza $\frac{2}{3}$ del diametro di quella, dicendo questo $= d$, sarà il volume $V = \frac{2}{3} d$ moltiplicato nel suo cerchio massimo c, cioè $\frac{2}{3} d = \frac{V}{c}$, onde in luogo di $\frac{V}{c}$ sostituendo $\frac{2}{3} d$, si avrà $\frac{(G-g).BD.\frac{2}{3}d}{AD.g}$ per l'espressione dell'altezza ricercata, dalla quale cioè, cadendo un corpo, acquisterebbe la velocità del fluido: o dicendo T la tangente dell'angolo di distrazione, R il raggio, sarà $a = \frac{T}{R}.\frac{G-g}{g}.\frac{2}{3}D$.

Nella qual teoria si vede assunto dal Corradi, e da altri che lo hanno seguitato, 1.° che l'impressione del fluido sopra una superficie piana equivaglia al peso di un cilindro d'acqua dell'altezza, dalla quale dovrebbe cadere un corpo per acquistare quella velocità che ha il fluido; laddove, come si è detto nell'antecedente nota rispetto all'acqua, questa impressione equivale piuttosto al doppio. 2.° Che l'impressione sulla superficie emisferica, sia eguale all'impressione che farebbe il fluido sul cerchio massimo della sfera; lo che non è mancato chi ha preteso di mostrare, considerando il globo come scavato da cellule infinitesime, i cui piani sieno paralelli al cerchio massimo, e ponendo inoltre, che contro questi i fili si portino perpendicolarmente; concludendo da tutto questo, che l'impressione sul cerchio massimo sia l'istessa, che sulla superficie emisferica;

quantità s' intenda ridotta in un prisma retto, che abbia per base la medesima luce v. g. VK, con l' altezza KY; sarà dunque KY la velocità media della luce PM, e la propria del punto R. Perchè dunque è noto tanto la luce VK, quanto la base del cubo QT, sarà nota anco la proporzione di QT a VK, e perchè i prismi QS, VY si suppongono eguali, sarà come VK a QT, così reciprocamente TS a KY; ma TS è altezza nota, adunque ancora sarà nota KY. Il che ec.

ESEMPIO.

Nel caso nostro, perchè QT è base del piede cubo, cioè piede quadrato, sarà QT once quadrate 144, e VK è un oncia quadrata, come dunque un oncia, a once 144, così un piede d' altezza TS a 144 piedi d' altezza KY, sicchè la media velocità del punto R, ovvero del punto H, è atta a scorrere 144 piedi nel tempo L, ovvero in un minuto d' ora.

Corol. 1. Sicchè ritrovata, con reiterate esperienze, la quantità dell' acqua, che passa per una data luce, da un vaso, sotto una certa altezza nello statuito tempo, nel che invero è necessario una grandissima diligenza, non solo si determinerà lo spazio corrispondente a quella velocità, ma ancora gli spazi di qualsivogliano velocità, sotto maggiori, o minori altezze, per la proposizione prima di questo libro. Noi a suo luogo daremo la tavola, per quanto s' è potuto

---

dimostrazione, che chiaramente apparisce insussistente, mentre le parti infinitamente piccole della superficie emisferica, non mai si possono considerare per cellule, o piani paralelli al cerchio massimo, e incontrati perpendicolarmente da' filamenti del fluido. Anzi al contrario, conviene concepire la superficie sferica risoluta in superficie piane, infinitamente piccole, in modo d' un poliedro: ed allora si trova, che l' impressione fatta dal fluido sopra ciascuna di tali superficie infinitamente piccole, sta alla porzione del cerchio massimo corrispondente (quale cioè resterebbe percosso da' filamenti del fluido, che battono nella prima superficie, se potessero seguitare il loro corso sino al detto cerchio massimo) sta dico, come questa porzione del cerchio massimo, a quella porzione della superficie emisferica; lo che verificandosi in ogni punto, ne siegue esser l' impressione sulla superficie emisferica, all' impressione sul cerchio massimo reciprocamente come questo a quella, cioè :: 1 : 2. Per questo dunque l' impressione sulla superficie emisferica equivale alla metà del cilindro del fluido detto di sopra. Talmentechè per buona sorte i notati due errori si compensano fra loro, per uno dovendo il cilindro crescere il doppio, per l' altro scemar la metà. Sarà pertanto $2a \cdot \frac{c}{2}$, cioè $ac = \frac{V.(G-g).BD}{AD.g}$, e però $a = \frac{V.(G-g).BD}{c.AD.g} = \frac{2d.BD.(G-g)}{3AD.g}$, $\frac{2d(G-g).BD}{3AD.g}$, ovvero $= \frac{T}{R}, \frac{G-g}{g}, \frac{2}{3}D$, o se le osservazioni si fanno in un istesso fluido, come per esempio nell' acqua, sarà $a = \frac{T}{R}.(G-g).\frac{2}{3}D$.

ritrovare per via d'esperienze, della quale però non ci fidiamo tanto, che non istimiamo potersi ridurre a maggiore, e più sottile sminuzzamento.

Scolio. È meglio per determinare la quantità dell'acqua, che passa per la data luce, in un dato tempo, servirsi di pesi, in cambio di misure lineari, poichè pesandosi l'acqua scorsa nel tempo d'un sol minuto, sino ad un grano, potremo precisamente determinare la sua quantità; poi preparato un vaso, che abbia la sua interna cavità cubica, ed il lato d'una sola oncia lineare, si empia il medesimo vaso d'acqua, dipoi con somma diligenza, alla bilancia si esamini il suo peso, che sarà il peso d'una sola oncia cubica; se dipoi si divida tutto il peso, per lo ritrovato peso d'un oncia cubica d'acqua, il quoziente sarà il numero dell'once cubiche, alle quali è eguale tutta l'acqua; laonde questa s'intenderà, ridotta in un prisma retto, che abbia per base una sola oncia quadrata, con l'altezza di tante once lineari, quante saranno l'once cubiche nel predetto quoziente, del qual prisma, se ce ne serviremo in luogo del cubo QS, si avrà l'altezza KY, secondo me, esattissima.

Si debbe avvertire, che quantunque le luci circolari, a prima vista, paiano più atte per cagione della minor circonferenza, ed in conseguenza del miglior contatto, contuttociò, per potere più facilmente determinare la distanza del luogo della media velocità della superficie dell'acqua, è meglio servirsi di luci quadrate, ovvero rettangoli fatti in lama di bronzo ben lisciata, e tirata più sottilmente che sia possibile, che abbia i lati superiori, e inferiori orizzontali, le quali luci quanto saranno più larghe, tanto daranno più giusta l'operazione, a causa del minor toccamento; purchè però si possa a un tratto aprire, e serrare al principio, e al fine del dato tempo.

Si ritroverà ancora la media velocità della luce, con l'istesso metodo, che si è ritrovata nelle sezioni, nell'ottava proposizione, col supporre la linea OM altezza dell'acqua sopra al margine inferiore della luce, essere asse della parabola, e l'altezza della luce MP, essere l'altezza della sezione.

Corol. ii. Dalle cose dette è chiaro, che se lo spazio dovuto alla velocità, e la perpendicolare, insieme con la larghezza della sezione abbiano una comune misura, e si moltiplichi lo spazio per la perpendicolare, e il prodotto si moltiplichi per la larghezza, ne nascerà la quantità dell'acqua, che passa per la sezione, col quale è determinato lo spazio; v. g. se lo spazio corrispondente alla media velocità della sezione BC per un minuto di tempo, sia 144 piedi, e sia l'altezza, ovvero la perpendicolare della sezione piedi 12. e la larghezza piedi 50. si moltiplichi 144 per 12. e il prodotto 1728. si moltiplichi per 50. il prodotto di questo 86400 sarà il numero de' piedi cubi, che passano

in un minuto d' ora per la data sezione. Il medesimo segue moltiplicandosi la larghezza, e l' altezza della sezione, e lo spazio corrispondente alla velocità indifferentemente l' uno nell' altro, e il prodotto si moltiplichi pel terzo: poichè il quarto numero, che ne nasce, sarà la ricercata quantità dell' acqua.

LIBRO TERZO.

CHE CONTIENE LA MISURA DELL' ACQUE CORRENTI PE' CANALI ORIZZONTALI, TANTO SOLITARI, CHE UNITI CON ALTRI ORIZZONTALI.

DEFINIZIONI.

I. *Il canale orizzontale* è quello, che ha il fondo da pertutto egualmente distante dal centro de' gravi; cioè che s' accomoda alla sferica terrestre superficie, la quale perchè in poca distanza non differisce sensibilmente da un piano, perciò il fondo d' un canale orizzontale spessissimo lo consideriamo come un piano.

II. *La misura proporzionale* dell' acqua corrente non è altro, che una proporzione, che passa fra le quantità dell' acqua che passano nel medesimo, o in egual tempo, per una, o più sezioni, la qual misura non solo ha luogo ne' canali orizzontali, ma ancora in altri di qualsivoglia sorte.

III. *Il cubo dell' acqua* è un numero, che nasce da regole certe, il quale messo in paragone con un altro consimile, dimostra la proporzione dell' acque, delle quali s' intendon fatti i cubi.

IV. *Il centro della velocità* si chiami il punto di qualche perpendicolare nella sezione che corrisponde alla media velocità della medesima perpendicolare.

PROPOSIZIONE I.

Ne' canali orizzontali aperti da una parte, se dalla parte opposta si infonda dell' acqua, che sia atta a scorrere con qualche altezza, comincerà a scorrere, e seguiterà a scorrere sino all' uscita, purchè il fondo de' canali, o sia più alto dell' estremo termine del flusso, o con esso almeno sia nella medesima linea orizzontale.

Sia il canale (*fig.* 23.) AB aperto dalla parte B, del quale il fondo orizzontale AB sia più alto, ovvero nella medesima orizzontale di B, estremo termine del flusso, e dalla parte A s' infonda in esso dell' acqua, che faccia l' altezza AC. Dico che l' acqua scorrerà da A sino in B. E perchè l' acqua non può stare nell' altezza AC, se non ritenuta da un estremo termine per la general natura de' corpi fluidi,

non essendovi in B per la supposizione, un termine tale, ne seguirà che da se l' acqua si dovrà egualmente distendere sopra il fondo AB; ma questo non può accadere, senza che l' acqua da A scorra in B, adunque da A fino in B si farà il flusso, perchè dalla successiva pressione dell' altezza AC, e per la supposizione, somministrandosi successivamente nuova acqua atta a mantenersi nella medesima altezza, di nuovo l' acqua non potrà stare in quell' altezza, e si continuerà il moto successivo da A sino in B, escendo l' acqua per B. Il che ec.

PROPOSIZIONE II.

La velocità, colla quale scorre l' acqua per un canale orizzontale, è la medesima, che quella colla quale scorrerebbe da un vaso pieno d' acqua, coll' altezza uguale all' altezza viva dell' acqua del canale orizzontale.

Poichè s' intenda il canale orizzontale AB, che scorra coll' altezza AC segato da un piano verticale FD, e sia la sezione dell' acqua, e del piano il parallelogrammo FD, che impedisca il corso; è certo, che l' acqua fra A, e D spingerà in maniera il piano DF, che datole l' esito, ella scorrerebbe colla medesima velocità di prima, poichè l' acqua che è sotto la sezione nel corso continuato, serve in luogo del piano, mantenendo nella sezione l' acqua nella medesima altezza. S' intendano per tanto nel piano DF molti fori, da' quali esca l' acqua, ovvero per maggior chiarezza della dimostrazione s' intendano le luci prese nella perpendicolare DG, e siano D, H, ed altre quante si vogliano, che possano essere fra D, e G, in maniera che tutta la DG sia come infinite luci, o una luce sola composta d' infinite luci; adunque scorrerà l' acqua per la perpendicolare GD colla velocità media, che scorrerebbe dal vaso chiuso CF; ma questa è la medesima, che la velocità colla quale scorre prima l' acqua per la perpendicolare GD, adunque l' acqua corre pel canale orizzontale, come se escisse dalla luce GD, e conseguentemente tutta l' acqua, che fluisce pel parallelogrammo DF, fluisce colla medesima velocità, con cui scorrerebbe se escisse da un vaso pieno d' acqua per la luce DF, con l' altezza DG. Il che ec.

Corol. I. Da questa, e dalla prima proposizione del libro secondo si fa manifesto, che la velocità delle perpendicolari nelle sezioni de' canali orizzontali sono tra loro in sudduplicata proporzione delle ascisse, o tagliate fino alla superficie dell' acqua. Come, se sia la perpendicolare AB (*fig.* 24.) sarà la velocità del punto B alla velocità del punto C in proporzione sudduplicata delle linee AB, AC.

Corol. II. Di quì è, che se coll' asse AB si descriva la parabola AEDB, e s' intenda la linea CE come velocità del punto C, sarà BD

la velocità del punto B, e così dell' altre, e tutta la parabola AEDB sarà, e misura, e complesso delle velocità della perpendicolare AB.

Corol. III. (*fig.* 23.) Siccome è chiaro, la velocità del fondo AD essere la massima, e le altre sempre essere minori, e minori, quanto più vicine alla superficie; purchè l' altezza GD sia viva, cioè non vi sia sotto qualche buca, o impedimento; perciocchè allora non solo è ritardata la velocità dell' acqua, in maniera, che divien minore nelle parti superiori, ma alle volte diviene stagnante, per lo più rivolta addietro il suo corso, il che più d' una volta ho esperimentato col pendolo; e questo sia detto acciocchè nessuno sbagli nel far l' esperienze, imperocchè facilmente può accadere, che giudichi il falso ne' fiumi irregolari, se non avvertirà a tutto il necessario.

PROPOSIZIONE III.

Dato il complesso delle velocità di qualche perpendicolare in un canale orizzontale, ritrovare la sua media velocità.

Sia la perpendicolare (*fig.* 24.) AB, e il suo complesso, e misura delle velocità sia la parabola BAED, bisogna ritrovare la media velocità della perpendicolare AB. Si divida BD in tre parti eguali BG, GH, HD, da queste se ne piglino due BG, GH. Dico che la BH sarà la ricercata media velocità. Si alzi dal punto H la perpendicolare HI, che seghi le parabola in E, e per E si tiri la EC semiordinata all' asse AB, e si compisca il parallelogrammo BI, e prolungata BD, in F, si faccia DF eguale a GH, e si congiungano le AF, AD; perchè dunque la linea BF è sesquiterzia della linea BD per la costruzione, sarà ancora il triangolo ABF sesquiterzio del triangolo ABD, essendo tra di loro come le basi; ma ancora la parabola AEDB è sesquiterzia del medesimo triangolo ABD, dunque il triangolo ABF è eguale alla parabola BAED, ma ancora il parallelogrammo BI è eguale al triangolo BAF, per essere nella medesima altezza, e nella metà della base; sarà dunque il parallelogrammo BI eguale alla parabola BAED; levata dunque di comune la porzione BAEH, rimarrà il trilineo AEI eguale al trilineo EHD, ma col trilineo AEI si misura la mancanza delle velocità superiori fra A, e C, dalla velocità CE, e col trilineo HED si misura l' eccesso delle inferiori sopra CE, sicchè essendo la mancanza eguale all' eccesso, sarà la media velocità eguale a CE, ovvero a BH, laonde dato il complesso delle velocità ec. è ritrovata la media velocità. Il che ec.

Scolio. Il medesimo si potrebbe dimostrare altrimenti, conciossiachè se tutte le parti della perpendicolare AB scorressero con egual velocità, nel tempo che C arriva ad E, nel medesimo ancora A arriverebbe a I, e B ad N, e così degli altri, e perciò il parallelogrammo

AI sarebbe il complesso delle velocità della perpendicolare AB; ma la parabola BAED è il complesso delle velocità naturali della medesima perpendicolare AB, adunque i composti delle velocità sarebbero eguali, e conseguentemente ancora le quantità dell'acque, o scorra l'acqua AB colla velocità uniforme CE, ovvero non uniforme, secondo la proporzione delle semiordinate nella parabola, e per conseguenza sarà CE la media velocità. Il che ec.

Corol. I. E perchè, per l'assioma primo, ciascuna perpendicolare ha la medesima velocità, nella medesima sezione, sarà la media velocità d'una sola perpendicolare ancora la media velocità di tutta intera la sezione.

Corol. II. Di quì è chiaro, la massima velocità alla media essere in proporzione sesquialtera, poichè la massima delle semiordinate BD a DH, ovvero a CE media velocità, ha sesquialtera proporzione.

Corol. III. Di più resta manifesto, che se la medesima, o eguali parabole, si piglieranno per misura delle velocità, le medie velocità nelle perpendicolari di diversa altezza saranno fra loro in sudduplicata proporzione delle perpendicolari; poichè essendo le massime alle medie in proporzione sesquialtera, saranno tutte le massime alle sue medie, nella medesima proporzione, e permutando, le massime fra loro saranno nella medesima proporzione, che le medie; ma le massime sono fra loro in proporzione sudduplicata delle loro perpendicolari; adunque ancora le medie saranno nella medesima proporzione.

Corol. IV. È ancora manifesto, il punto C della perpendicolare AB essere il luogo della media velocità, il qual punto si può chiamar centro della velocità.

Corol. V. Sicchè questo centro della velocità sarà sempre demerso sotto la superficie dell'acqua in maniera, che la sua distanza dalla superficie sia quattro noni di tutta la perpendicolare: imperocchè essendo la massima velocità alla media in proporzione sesquialtera, se si supporrà la massima 3, la media 2, come il quadrato di 3. cioè 9. al quadrato 2. cioè 4. così AB ad AC, e però se tutta la AB s'intenda divisa in 9. parti, la AC sarà 4. di queste parti.

Corol. VI. Adunque il centro della velocità segando similmente tutte le perpendicolari, cioè nella proporzione di 4. a 5. ne segue, che le parti segate dal centro della velocità saranno fra loro come l'altezze vive delle sezioni, avendo ciascuna ascissa alla sua perpendicolare la proporzione di 4. a 9. e perciò come una ascissa alla sua perpendicolare, così un'altra simile ascissa alla sua perpendicolare: e permutando, come l'ascissa alla ascissa, così la perpendicolare, alla perpendicolare, in maniera che sempre si rispondano colla medesima proporzione fra se stessi l'aumento della perpendicolare, e

l'abbassamento del centro della velocità sotto la superficie dell'acqua.

Corol. vii. E perchè le velocità medie sono fra loro in proporzione sudduplicata delle perpendicolari, e sono le perpendicolari fra loro, come le ascisse, saranno le medie velocità in proporzione sudduplicata delle ascisse.

Corol. viii. Sicchè ne' canali orizzontali la media velocità cresce, e scema a causa della sola variazione dell'altezza, e cresce, o scema in sudduplicata proporzione delle diverse altezze vive; di qui segue, che i canali che hanno eguali altezze d'acqua, hanno ancora eguali le medie velocità.

PROPOSIZIONE IV.

Se la proporzione delle massime ordinate delle parabole, che sono misura delle velocità in tutte le acque correnti, sarà la medesima che la proporzione delle velocità medie, e massime di diverse sezioni, quelle parabole saranno tutte eguali fra loro.

Sieno due parabole (*fig.* 25.) CAE, CBD, quali si piglino per misura delle velocità di diverse sezioni, o ne' canali orizzontali, o negl' inclinati, e sia la proporzione della velocità massima, che corrisponde all'altezza della parabola AC alla velocità massima, corrispondente all'altezza BC, come CE, a CD; dico la parabola ACE essere eguale alla parabola CBD. Imperocchè disposta l'una, e l'altra al comune asse, di maniera, che le massime semiordinate si adattino insieme, per lo punto D, tirisi DF, paralella all'asse AC, che seghi la linea parabolica AFE in F, per F tirisi la semiordinata FG, e conseguentemente paralella a CE. Perchè dunque come AC a CB, così il quadrato CE, al quadrato CD, ovvero FG, sarà il quadrato CE, al quadrato GF, come AC a CB, ma come il quadrato CE, al quadrato FG, così è AC, ad AG; adunque come AC, ad AG, così AC a CB, e però saranno fra loro eguali le AG, CB, sicchè aggiunta di comune GB, sarà AB eguale a GC; ma GC è eguale ad FD; adunque eziandio AB, sarà eguale alla medesima FD: similmente si dimostrerà MH, eguale ad AB; e perciò sarà eguale alla stessa FD: essendo dunque AB, MH, FD ec. eguali, saranno le parabole AFE, BHD eguali. Il che ec.

Corol. E perchè le parabole eguali, se hanno diverse cime, e sieno costituite al medesimo asse, sono paralelle fra loro, ovvero asintotiche, la proprietà delle quali è, che continuati i loro perimetri, sempre più, e più vadano scambievolmente accostandosi, nè mai si seghino, o tocchino, ne segue, che nella medesima sezione, sotto diversa altezza, le medie velocità saranno diseguali, ma però, gl'incrementi delle medie velocità, per eguali altezze sopraggiunte, più, e più si faranno minori.

PROPOSIZIONE V.

Le quantità dell' acqua nelle sezioni de' canali orizzontali della medesima larghezza, ma di diversa altezza, sono fra loro in triplicata proporzione delle velocità massime.

Sieno le sezioni (*fig.* 26.) BH, BI della medesima larghezza BK, ma d' altezza diversa BC, BA, e sia la massima velocità della sezione BH, la linea BD, e BE sia massima velocità della sezione BI, di maniera che la proporzione delle velocità massime sia quella, che passa fra BD, e BE. Dico, che la quantità dell' acqua per BH, alla quantità per BI, è in proporzione triplicata di BD, a BE. Imperocchè si tirino le parabole BCD, BAE, KHG, KIF, le quali per l' antecedente proposizione saranno tutte eguali, e perchè le perpendicolari BC, KH sono eguali, saranno ancora le massime velocità di esse eguali, cioè BD, a KG: similmente si mostrerà, essere eguali le BE, KF; ed essendo le due AB, BE, alle due IK, KF paralelle, sarà il piano ABE, parallelo al piano IKF; se dunque per lo perimetro delle due parabole si supponga rivolgersi la linea paralella AI, ovvero EF, sarà descritta una superficie d' un cilindrico parabolico: s' intendano fatti questi cilindrici CBDGHK, ABEFIK. E perchè la parabola BCD è il complesso delle velocità della perpendicolare CB, e la parabola HKG è il complesso delle velocità della perpendicolare KH, e sono simili, ed eguali gli aggregati delle velocità nell' altre perpendicolari della sezione BH, sarà il termine di tutte le somme nella superficie del cilindrico parabolico CDGH, e perciò il complesso delle velocità della sezione BH, sarà il cilindrico BGHD; e nel medesimo modo si dimostrerà la somma delle velocità della sezione BI essere il cilindrico parabolico BFIE, è perchè questi due cilindrici sono egualmente alti, saranno fra loro come le basi, cioè il cilindrico BGHD, al cilindrico BFIE, sarà come la parabola CBD, alla parabola ABE, ma sono le parabole eguali in triplicata proporzione delle massime ordinate, adunque il cilindrico al cilindrico, sarà in proporzione triplicata di BD, a BE, ma i cilindrici si sono dimostrati essere il composto delle velocità delle sezioni; adunque il composto delle velocità della sezione BI, al composto delle velocità della sezione BH; ovvero l' acqua che scorre per BI, all' acqua che scorre in tempo eguale per BH, sarà in triplicata proporzione della massima velocità BE, alla massima velocità BD. Il che ec.

Scolio. Questa proposizione in altra, e più spedita maniera si potrebbe dimostrare; imperocchè essendo le quantità dell' acque in proporzione composta delle proporzioni della sezione alla sezione, e della velocità media, alla velocità media, ed essendo la proporzione delle sezioni d' eguale, o della stessa base, la medesima che dell' altezze,

sarà la proporzione dell' acqua all' acqua, composta delle proporzioni dell' altezza all' altezza, e della velocità media alla velocità media, cioè di quella dell' altezze e della sudduplicata delle medesime altezze. Sia dunque (*fig.* 27.) la prima altezza A, la seconda C; sarà la proporzione dell' acque composta della proporzione di A a C, e della sudduplicata di A a C: se dunque fra A, e C, si trovi la media proporzionale E, e si aggiunga la quarta B, sarà la proporzione di A a B composta della proporzione di A a C, cioè dell' altezze, e di quella di C a B, cioè delle velocità medie, ma la proporzione di A a B, è triplicata di quella di A a E, cioè della velocità media per A, alla media per C; adunque la quantità dell' acqua per A, alla quantità dell' acqua per C, è in proporzione triplicata delle medie velocità. Il che ec.

Corol. I. E perchè le massime velocità sono proporzionali alle medie, saranno ancora le quantità dell' acque in triplicata proporzione delle massime velocità.

Corol. II. Parimente, perchè le velocità medie sono fra loro in sudduplicata proporzione dell' altezze; ne segue, che le quantità dell' acqua sono fra loro in triplicata proporzione di quella, che è sudduplicata dell' altezze.

Corol. III. Da queste cose nasce un facile metodo di ritrovare la misura proporzionale astratta, ovvero la proporzione, che hanno fra loro le acque correnti per diverse sezioni de' canali orizzontali d' eguale larghezza. Imperocchè se si moltiplicheranno fra loro le altezze di due sezioni, e dal prodotto sia cavata la radice quadrata; sarà la proporzione della maggior perpendicolare, alla radice ritrovata, quella che ha la maggior velocità data alla minore, o sieno massime, o sieno medie; i termini della quale se si cuberanno, cioè se si multiplicheranno in se, e di nuovo si multiplicherà il prodotto per la radice, sarà la proporzione de' cubi l' istessa, che quella dell' acque che passano nel medesimo, o in egual tempo; imperciocchè i cubi delle velocità sono fra loro, siccome le quantità dell' acque, in triplicata proporzione delle velocità.

ESEMPIO

Sia la perpendicolare AB (*fig.* 26.) alta piedi 25, e la perpendicolare BC, piedi 9; bisogna ritrovare la proporzione, che ha l' acqua che passa per BC, all' acqua che passa in tempo eguale per AB. Si multiplichi 25 per 9, il prodotto sarà 225. la radice quadrata del quale sarà 15. perciò la proporzione della velocità BE, alla velocità DB, sarà come 25. a 15. (essendo il 15. medio proporzionale fra 25. e 9) o pure come 5. a 3; se dunque BE si supponga essere 5. sarà BD 3: fatto il cubo del primo termine 5. cioè 125. e del secondo 3. cioè

27. sarà la proporzione dell'acqua che passa per AB all'acqua che passa per CB, come 125. a 27; e questi numeri si potranno chiamare numeri cubici dell'acque correnti, i quali spesso verranno in uso.

Corol. iv. Ma se le larghezze non sieno eguali, ma eguali l'altezze, è chiaro essere le quantità dell'acque fra loro, come le larghezze; imperocchè i cilindrici sarebbero nella medesima base, essendo dell'eguali perpendicolari eguali le velocità massime, e in conseguenza fra loro, come l'altezze, cioè come le larghezze delle sezioni.

Corol. v. Se poi nè le larghezze, nè l'altezze saranno eguali; perchè tutti i cilindrici hanno fra loro la proporzione composta della proporzione delle basi, e della proporzione dell'altezze, sarà la proporzione dell'acqua, all'acqua, composta della proporzione della larghezza della prima sezione, alla larghezza della seconda, e della triplicata della media velocità nella prima sezione, alla velocità media nella seconda sezione; di qui è, che se si fanno i cubi che rappresentano le quantità dell'acque che passano per l'una, e l'altra sezione, e colla proporzione di essi si componga la proporzione delle larghezze che hanno le sezioni, sarà la risultante proporzione la medesima, che quella dell'acque. Come per esempio, se il cubo della prima sezione sia 125. e della seconda 27. e la larghezza della prima sezione, alla larghezza della seconda stia come 3. a 1. si faccia come 3. a 1. così 27. a un altro numero 9; sarà la proporzione di 125. a 9. quella che ha l'acqua che passa per la prima sezione, all'acqua, che in egual tempo passa per la seconda.

PROPOSIZIONE VI.

Segare una parabola terminata con una ordinata all'asse in maniera, che tutta la parabola alla segata abbia una data proporzione.

Sia la parabola (*fig.* 24.) ABD da segarsi con una linea ordinata all'asse AB dimaniera, che la parabola ABD alla parabola tagliata alla cima, v. g. ACE abbia la medesima proporzione di F ad H. Fra F ed H, si trovino due medie proporzionali (le quali benchè non possono trovarsi geometricamente col mezzo de' luoghi piani, almeno potranno trovarsi per i luoghi solidi, e per le linee organiche, e ancora da numeri per approssimazione) e sieno queste le rette G, I, e come F a G, così si faccia BD ad un'altra v. g. CE, e si faccia come il quadrato BD al quadrato CE, così BA ad AC, e per C si applichi ordinatamente CE, la quale arriverà alla parabola. Dico, la parabola ABD essere segata in maniera, che alla parabola ACE, avrà la medesima proporzione, che F ad H. Perchè la parabola ABD, alla parabola ACE ha proporzione triplicata di BD a CE, e BD a CE, sta come F a G, sarà la proporzione della parabola ABD, alla

parabola ACE, triplicata di quella di F a G; ma ancora F ad H è in tripla proporzione di F a G; adunque la parabola ABD, alla parabola ACE sta come F ad H. Il che ec.

Scolio I. Che se si dovesse accrescere la parabola ACE, secondo la data proporzione di H ad F, il che più spesso suole accadere nella misura dell'acque, ritrovate come sopra le medie proporzinali I, G, e prolungato l'asse indeterminatamente, si faccia come H ad I, così EC ad un'altra v. g. BD; e come il quadrato CE, al quadrato BD, così si faccia AC ad AB, e dal punto B, si applichi l'ordinata BD, che arriverà alla parabola; imperocchè i quadrati CE, BD sono fra loro come AC ad AB, laonde continuata la linea parabolica AE, passerà per D, e sarà la parabola CAE, alla parabola ABD, come H ad F; il che facilmente si potrà dimostrare col metodo della precedente dimostrazione.

Scolio II. E se si dovesse segare la parabola in maniera, che la parabola tagliata dal vertice, al rimanente spazio parabolico, avesse la medesima proporzione, v. g. di F ad H, facilmente per le cose di sopra dimostrate, ciò si potrebbe fare: poichè divisa la parabola ABD in maniera, che tutta la ABD, alla segata ACE abbia la medesima proporzione di F insieme con H ad F, sarà fatto quello che si cerca; imperocchè la parabola ABD, alla parabola ACE, essendo come FH, ad F, sarà, dividendo come lo spazio CBDE, alla parabola ACE, così H ad F, ovvero come la parabola allo spazio, così F ad H.

PROPOSIZIONE VII.

Data una quantità d'acqua corrente in un canale orizzontale per una sezione d'una data altezza, e larghezza, e data la larghezza d'un altra sezione, ritrovare l'altezza della medesima acqua nella seconda sezione.

Sia la sezione del canale orizzontale (*fig.* 28. *e* 29.) CE, la larghezza della quale DE, e l'altezza DC, e sia GH la larghezza dell'altra sezione nel medesimo canale, ovvero della medesima sorte; bisogna ritrovare l'altezza, che farà l'acqua corrente per la sezione CE, nella sezione FH. E perchè la quantità dell'acqua che passa per l'una, e l'altra sezione, è la medesima, saranno ancora i complessi delle velocità d'ambedue le sezioni fra loro eguali. Sia pertanto il complesso di tutte le velocità della sezione CE, il cilindrico CEI, e quello della seconda sezione FH, sia il cilindrico FHX, e perchè le basi, e l'altezze de' cilindrici eguali si rispondano reciprocamente, sarà come la parabola CDI, alla parabola FGK, così GH a DE; ma è data la proporzione di GH a DE, adunque sarà data altresì la proporzione della parabola CDI, alla parabola FGK; si seghi

pertanto la parabola CDI di maniera, che tutta la parabola CDI (quale è data, perchè è data l' altezza CD) alla parabola CLM, abbia la medesima proporzione, che la parabola CDI, alla parabola FGK, e la semiordinata, che sega, sia la retta LM, sarà dunque la parabola CLM l' istessa, che la parabola FGK; e conseguentemente la CL, sarà eguale ad FG, altezza ricercata. Il che ec.

Corol. I. E perchè si assegna la proporzione di CD a CL; si assegnerà ancora la sua sudduplicata DI a GK, cioè la proporzione delle velocità massime, o medie.

Corol. II. Dal progresso di questa dimostrazione, si fa manifesto, che se in vece della larghezza GH nella seconda sezione, si assegnasse l' altezza FG, potrebbesi ritrovare e la proporzione delle velocità, e la larghezza della seconda sezione; poichè data la proporzione dell' altezze, si dà ancora la proporzione delle velocità, le quali se si esprimono in linee, come DI, GK, con multiplicare due terzi dell' una, e l' altra, colla sua altezza, o asse, si avrà la misura dell' una, e l' altra parabola; laonde si darà ancora la proporzione della parabola FGK, alla parabola CDI; ma come la parabola FGK, alla parabola CDI, così la DE larghezza della prima sezione, a GH larghezza della seconda: ed è DE data, dunque sarà data ancora GH.

Corol. III. Similmente, se in vece della larghezza, o dell' altezza della seconda sezione, si assegnerà la proporzione, che hanno fra loro le medie o massime velocità dell' una, o dell' altra sezione, si darà ancora l' altezza, e larghezza della seconda sezione; conciossiachè, se si faccia, come il quadrato della velocità della prima sezione, al quadrato della velocità della seconda, così CD altezza della prima sezione, ad FG, questa sarà l' altezza della seconda, ritrovata la quale, pel corollario antecedente, sarà ancora ritrovata la larghezza.

Corol. IV. Dal progresso della dimostrazione apparisce, che essendo la parabola CDI, alla parabola FGK, in reciproca proporzione delle larghezze GH, DE: ed essendo la proporzione delle parabole CDI, FGK triplicata di quella che ha DI a GK; ne segue, che le larghezze sono in reciproca triplicata proporzione delle velocità; e che per conseguenza, le medie velocità di diverse sezioni dell' istesso canale orizzontale, sono fra loro in proporzione reciproca suttriplicata delle larghezze, ovvero, come le radici cubiche delle larghezze reciprocamente.

PROPOSIZIONE VIII.

Dati due canali orizzontali d' una nota altezza, e larghezza, de' quali uno influisca nell' altro, ritrovare il ricrescimento dell' altezza che farà il canale influente, sopra all' altezza dell' altro.

Sia la sezione del canale influente (*fig.* 30. *e* 21.) AC, d' una nota

altezza viva AB, e di larghezza BC, e la sezione del secondo recipiente sia DE, di cui la viva altezza cognita sia DF, e la larghezza FE, bisogna ritrovare l' altezza, che aggiugne l' acqua della sezione AC, all' altezza della sezione DE, se l' una, e l' altra acqua insieme scorra per la sezione HE. Fra le AB, DF, si trovi la media proporzionale G, sarà pel coroll. 5. prop. 5. la proporzione dell' acqua AC, all' acqua DE composta della triplicata di AB a G, e di BC ad FE. Adunque sarà nota la proporzione dell' acque AC, DE; laonde se l' acqua AC, s' intenda aggiunta all' acqua DE, dimanierachè insieme facciano la sezione HE, sarà nota la proporzione dell' acqua HE, all' acqua DE. Sicchè essendo le quantità dell' acqua fra loro in proporzione triplicata delle medie velocità, saranno le velocità medie fra loro in proporzione suttriplicata delle quantità dell' acque, ovvero come le radici cube delle medesime quantità. Sieno dunque queste radici cube K, M; adunque come M a K, così la velocità media dell' acqua DE, alla velocità media dell' acqua HE; ma le velocità medie sono fra loro in proporzione sudduplicata dell' altezze, e l' altezze fra loro in duplicata delle velocità; adunque se si aggiugnerà la terza proporzionale N, sarà M ad N, ovvero il quadrato M, al quadrato K, come l' altezza FD, all' altezza FH, e perciò l' eccesso DH sarà il ricercato ricrescimento dell' altezze. Il che ec.

Scolio. L' altezza HD s' intende per l' eccesso della seconda altezza FH sopra alla prima FD, avanti l' ingresso dell' acqua AC; non già per l' altezza, sotto la quale scorre l' acqua AC nella sezione HE; poichè il metodo per ritrovare questa, è differente.

Corol. I. Dal modo col quale, si è ritrovato l' eccesso HD, è chiaro il metodo di ritrovare il converso del problema, cioè, data l' altezza viva che fa l' acqua, che d' un canale orizzontale entra in un altro canale orizzontale d' una nota altezza, e larghezza, ritrovare la proporzione dell' acqua influente, all' acqua del canale, nel quale influisce.

Corol. II. E se inoltre sia nota la larghezza d' un canale influente, si troverà l' altezza viva del medesimo, e se sarà nota l' altezza, si troverà la larghezza.

Corol. III. Quanto si è detto intorno all' accrescimento dell' altezza, ancora vale pel decrescimento, mediante l' esito, o derivamento dell' acqua del canale orizzontale; e così data la proporzione dell' acqua che esce, a quella che rimane, si darà il decrescimento dell' altezza, e dato il decrescimento dell' altezza, sarà ancora data la proporzione dell' acqua che esce, a quella che rimane; di quì è, che se l' acqua che esce sarà d' una quantità nota, sarà parimente nota la quantità dell' acqua rimanente, dell' una, e dell' altra insieme.

Corol. IV. Similmente, quel che è detto dell' ingresso, e dell' escita

dell'acqua per altri canali orizzontali, serve ancora per l'accrescimento d'un canale cagionato da qualsivoglia causa, o dalle piogge, o dal maggior gonfiamento delle sorgenti, o de' laghi, ec. come da per se stesso apparisce.

Proposizione IX.

Dividere qualsivoglia sezione d'un canale orizzontale in maniera, che dalle parti esca l'acqua in una data proporzione.

Sia la sezione (*fig.* 32.) AD, e la sua altezza AB, bisogna dividerla, v. g. in tre parti, AH, EI, FD; di maniera, che l'acqua che passa per AH, all'acqua che passa per EI, abbia la medesima proporzione, che L ad M, e l'acqua che passa per EI, all'acqua per FD, sia come O a P. Si faccia come O a P, così M ad N, e s'intenda L l'acqua che passa per AH, sarà M l'acqua che passa per EI, ed N, quella che passa per FD, e perciò tutta la LN sarà l'acqua che passa per l'intera sezione AD. Dipoi coll'asse AB, si descriva la parabola BAK, e si divida pel coroll. 2. della prop. 6. nelle parti, che abbiano la medesima proporzione di L ad M, e di M ad N, e siano AEG, EFXG, FBKX, e sia la divisione fatta per le semiordinate EG, FX, le quali convengano coll'asse ne' punti E, F, e per essi si tirino EH, FI, paralelle all'una, o all'altra AC, BD; dico, che l'acqua per AH, all'acqua per EI, avrà la medesima proporzione, che L ad M, e che l'acqua per EI all'acqua per FD, avrà la medesima proporzione di M ad N, o di O a P.

Conciossiachè AEG, EFXG, FBKX sono il complesso delle velocità dell'acqua, che passano per le parti della perpendicolare AE, EF, FB: saranno per la costruzione i complessi delle velocità delle parti segate AE, EF, FB fra loro, come L, M, N; ma nelle sezioni d'eguale larghezza i complessi delle velocità sono fra loro, come le quantità dell'acque, ed è la medesima, o eguale la larghezza delle sezioni AH, EI, FD, adunque le quantità dell'acque per AH, EI, FD, saranno fra loro, come L, M, N. Il che ec.

Coroll. Da questa proposizione si fa manifesto, che se si darà la proporzione, che ha l'acqua d'un canale influente, all'acqua d'un canale recipiente, di cui parlammo all'ottava proposizione, si potrà ritrovare l'altezza colla quale scorre l'acqua del canale influente, o altr'acqua di mole ad essa eguale, nella superior parte della sezione, intorno al che si è trattato nello scolio dell'ottava proposizione. Conciossiachè, se si divida la parabola secondo la proporzione che ha l'acqua influente, all'acqua d'un canale recipiente, sarà l'asse della parabola segata alla cima, v. g. AE l'altezza ricercata; e questa necessariamente ne' canali orizzontali sempre è maggiore dell'eccesso

dell'altezza ricresciuta sopra alla prima, perchè ricresciuta l'altezza, cresce ancora la velocità dell'acqua fra E, e B, e l'altezza diminuisce secondo la proporzione dell'aggiunta velocità; ma il decrescimento della prima altezza è compensato dall'altezza AE, la quale essendo sempre maggiore, forma l'eccesso, intorno al quale si è trattato nella prop. 8. Vedi ciò che si è notato alla proposizione 10. lib. 1.

PROPOSIZIONE X.

Data la perpendicolare, o l'altezza viva di qualche sezione, e la larghezza della medesima in un canale orizzontale, ritrovare la quantità assoluta, e determinata dell'acqua che passa in un dato tempo per una data sezione.

Sia data l'altezza viva (*fig.* 24.) AB in qualche sezione d'un canale orizzontale: bisogna ritrovare la quantità assoluta dell'acqua, cioè corrente in una determinata misura, nel dato tempo, per la sezione, la perpendicolare della quale è AB. Si ritrovi, per la 3. di questo, in AC il centro della velocità media, il quale sia C; sarà dunque AC 4. nove parti di tutta la AB, e perchè tutta la AB, v. g. è data di piedi 9. ancora AC sarà data di piedi 4; dunque per la prop. 8. del lib. 2. o per la tavola, che a suo luogo si darà, quando l'averemo ridotta ad una somma esattezza, (1) si trovi lo spazio che si conviene alla velocità dell'acqua sotto l'altezza AC, la quale v. g. si supponga essere piedi 120. in un minuto, sarà dunque CE piedi 120. la quale se si multipicherà per tutta la AB di piedi 9. il prodotto 1080. sarà la misura della parabola BAD, o del rettangolo contenuto da BA, CE; che se di nuovo si multiplicherà per la larghezza della sezione, v. g. di piedi 10. il solido, che di lì ne risulta 108000, sarà la quantità dell'acqua che passa in un minuto in piedi cubi per la sezione data. Lo stesso segue, se si multiplicherà l'area della sezione per lo spazio che si conviene alla velocità. Adunque da quel che si è detto, è chiaro, questa essere la vera misura, perchè se tutte le parti dell'acqua che si ritrovano nella sezione, o nella perpendicolare AB, scorressero colla velocità CE atta a scorrere in un minuto piedi 120, ne risulterebbe un prisma retto, la base di cui sarebbe la data sezione, e la lunghezza piedi 120. e la solidità di questo prisma si ha multiplicando scambievolmente le tre dimensioni.

Corol. E perchè per la proposizione 5. si dà la proporzione dell'acque correnti per le date sezioni di canali orrizzontali, ne segue,

(1) Vedasi l'appendice in fine del libro VI. di questo trattato.

che se sarà esattamente determinata una misura d'acqua in una sezione, il che si può avere ancora con particolare esperienza più, e più volte riprovata; ne segue dico, che si possa avere determinata precisamente in qualunque altra sezione, come, se si supponga, la quantità dell'acqua che scorre in un minuto di tempo per una sezione, la perpendicolare della quale è AB, essere 10800. piedi cubi, e sia il cubo dell'acqua in questa sezione, al cubo dell'acqua nell'altra, come 1. a 27. si farà per la regola aurea, come 1. a 27. così 10800. a 291600, e questo sarà il numero de' piedi cubi correnti in un minuto solo di tempo per la seconda sezione.

LIBRO QUARTO.

NEL QUALE SI TRATTA DELLA MISURA DELL'ACQUE CORRENTI NE' CANALI INCLINATI, UNITI IN QUALUNQUE MODO.

ASSIOMA.

L'acqua non può avere nel suo corso, eccettuata la violenza, maggior velocità di quella, che avrebbe, se solo discendesse liberamente per la linea perpendicolare, levato ogni impedimento.

Questa proposizione è certa, essendo che la velocità del corso dipende dalla gravità dell'acqua, e questa impiega la sua massima forza nella linea tendente al certo de' gravi, cioè nella perpendicolare; e perciò a ragione si può prendere come assioma.

DEFINIZIONI.

I. *Velocità intera* dell'acqua corrente è quella che avrebbe l'acqua in un punto d'un canale, o perpendicolare ec. se dal principio del canale fin lì discendesse senza alcuna resistenza.

II. *Velocità ritardata, o residua* è quella, che ha realmente l'acqua nel discendere, quando è minore dell'intera velocità, ovvero è l'intera velocità, mancante di quella, che vien levata all'acqua corrente dagl' impedimenti nel discendere.

III. *La velocità perduta* è la differenza tra la velocità intera, e la ritardata, ovvero è quella porzione di velocità, che è di tanto in tanto levata all'acqua corrente dagl' impedimenti.

IV. Dalle ineguali velocità delle dette tre specie in una perpendicolare di qualche sezione, ovvero nella sezione medesima si può comporre una media velocità, secondo il senso della settima definizione del lib. 1.°, e si dirà *media velocità intera*, *media velocità ritardata*, *media velocità perduta* d'una perpendicolare, o d'una sezione,

V. *La perpendicolare all' orizzonte di qualche sezione* è la retta linea perpendicolare all' orizzontale, tirata dal fondo della sezione.

VI. *La perpendicolare d' una sezione* è la linea tirata nel piano della sezione perpendicolare al fondo, la quale se rimane alla superficie dell' acqua, altrove si è chiamata altezza dell' acqua.

VII. *Prima sezione di qualche canale* è quella, che avanti l' altre riceve tutta l' acqua che dee scorrere pel canale, ovvero è quella che è più alta di tutte l' altre, che possono darsi in uno stesso alveo, per la quale scorre eguale quantità d' acqua, che per le inferiori. Come se si supponga SOBA (*fig.* 39.) essere qualche conserva, o stagno, in cui l' acqua sia livellata fino all' orizzonte SA, e BE, il canale pel quale debba scorrere l' acqua, sarà S principio del canale, secondo il senso della quarta definizione del libro secondo, e B prima sezione, perchè per essa primieramente passa tutta l' acqua che si cava dalla conserva; l' altre poi sotto B si chiamino sezioni seconde, o inferiori, le quali si vanno distinguendo secondo la distanza diversa dal principio del canale S. E così BA si chiama perpendicolare all' orizzonte della sezione B, e BC perpendicolare prolungata della sezione; e supposto che M sia la superficie dell' acqua nella sezione B, chiamiamo BM semplicemente perpendicolare della sezione, ovvero altezza dell' acqua nella sezione.

PROPOSIZIONE I.

Ne' canali inclinati liberamente correnti, che hanno nel discendere l' intera velocità, l' altezza dell' acqua non cresce velocità.

Sia il canale inclinato (*fig.* 33.) AD, e il suo principio A, e l' altezza della sezione DE, la velocità della quale sia intera, e da D, si alzi DF perpendicolare all' orizzontale della sezione CD, e terminata alla superficie dell' acqua. Dico che l' altezza della DF, non accresce la velocità della perpendicolare, o della sezione DE. Imperocchè per A tirasi la AC perpendicolare all' orizzontale CD, e presi in DE qualsivogliano punti, v. g. H ec., per H si tiri HI, parallela a CD, e HG parallela a DF, e terminata in G alla superficie dell' acqua.

E perchè per supposto, l' acqua in D ha l' intera velocità, tanto in D, che in C sarà la medesima velocità; adunque se l' altezza FD crescesse la velocità D, sarebbe la velocità in D, maggiore della velocità in C; adunque l' acqua D più velocemente scorrerebbe per lo piano inclinato AD, che per la perpendicolare AC, mantenendosi pure la medesima scesa AC. Similmente se l' altezza GH, crescesse la velocità H, sarebbe la velocità in H, maggiore della velocità in I, e conseguentemente l' acqua H più velocemente scorrerebbe, che se discendesse per AI. La medesima ragione serve per tutte le parti

dell' acqua nella perpendicolare DE; adunque tutta l' acqua DE, più velocemente scorrerebbe per lo piano inclinato AD, che per la perpendicolare AC, il che è impossibile per l' assioma di questo libro, adunque le perpendicolari FD, GH ec. non accrescono velocità. Il che ec.

Corol. I. Perchè dunque niuna perpendicolare, o altezza FD, minore dell' altezza AC cresce la velocità D, ne segue la pressione dell' acqua, che di sopra fa forza, con agire contra la velocità, quando la velocità dell' inferiore per altro motivo è maggiore di quel, che possa imprimere la pressione superiore.

Corol. II. Ma se l' altezza FD fosse eguale ad AC, o operi la pressione cessando la velocità acquistata per AD, o nò (rimanendo la medesima velocità, e dalla medesima cagione) ne segue, che la velocità del punto D in questo caso, si può pigliare indistintamente, o dall' altezza FD, o dalla discesa per AD, secondo la perpendicolare AC.

Corol. III. Che se l' altezza FD superasse la perpendicolare AC, in questo caso, perchè la superficie dell' acqua da se stessa si livella alla linea orizzontale, proporzionalmente si alzerà il principio del canale A, v. g. in L, e la velocità si dovrà misurare dalla scesa per la LD.

Corol. IV. E perciò l' altezza v. g. MD, potrà accrescere la velocità D, se ella prima sarà tanta, quanta solo si conviene alla discesa per AD; imperciocchè, o cresca a causa della maggior discesa LD, o LO, ovvero a causa dell' altezza MD, è la medesima cosa, essendo che MD, LO sieno eguali.

Corol. V. Adunque generalmente l' altezza dell' acqua in qualche sezione, non aggiugne velocità alle parti inferiori, se non hanno minore velocità di quella, che l' altezza dell' acqua può imprimere sopra al fondo della sezione.

Scolio. E di quì si cava la ragione, perchè l' acque ne' canali orizzontali scorrono colla sola velocità proveniente dalla pressione, ma ne' canali perpendicolari, e inclinati colla sola velocità dipendente dall' inclinazione dell' alveo, cioè perchè in quelli l' acqua inferiore nella sezione, non ha velocità, e per conseguenza minore di quella, che ad essa può contribuire l' altezza dell' acqua premente, ma in questi l' acqua inferiore, quanto comporta sua natura, fluisce con maggior velocità, di quel che le possa contribuire l' altezza, e in questo caso l' altezza dipende dalla condizione della velocità, non la velocità dalla quantità dell' altezza, come negli orizzontali; il simile segue nelle fonti, nelle quali le sezioni verticali degli spilli, e le loro altezze perpendicolari all' orizzonte, non influiscono nella velocità, o sieno li spilli orizzontali, o in qualsivoglia modo inclinati.

PROPOSIZIONE II.

Supposte le stesse cose, se per di sopra si chiuderà qualche poco la sezione, l'altezza dell'acqua nella perpendicolare della sezione tanto crescerà, che o supererà l'impedimento, e scorrerà di sopra, o supererà l'orizzontale tirata dal principio dell'alveo.

Poichè nel canale inclinato (*fig.* 33.) AD, si chiuda per disopra parte dell'altezza della sezione DE, e sia la chiusa HE, e si continui l'impedimento, che ritiene l'acqua fino in Q, sotto l'orizzontale AN: Dico che l'acqua crescerà fino all'orizzontale KQ, talchè potrà scorrere sopra all'impedimento HQ, e se lo stesso impedimento, per di sopra si continui, di maniera che possa contenere tutta l'altezza ricresciuta; dico che l'acqua solo ascenderà tanto, che superi l'orizzontale tirata dal principio dell'alveo. Imperocchè diminuita l'altezza della sezione DE, e conseguentemente la sezione a cagione della chiusa HE, è impossibile, che scorra per la stessa sezione DH la medesima quantità d'acqua, che per l'avanti scorreva colla medesima velocità per DE. Perchè a volere che scorra dall'una, e l'altra sezione la medesima quantità d'acqua, è necessario, che le velocità sieno reciprocamente proporzionali colle sezioni; sicchè qualche porzione si ritarderà; e perchè in tutti i tempi si ritardano altre simili porzioni, queste non solo si stagneranno sopra all'EQ, ma per causa del continuo aumento accresceranno ancora l'altezza. Si supponga dunque l'altezza essere cresciuta fino all'orizzontale KQ. E perchè KQ è sotto l'orizzonte AN, sarà AC maggior perpendicolare di KC, laonde la discesa per AC, imprimerà maggiore velocità di quella, che possa imprimere la pressione KC; adunque l'altezza KC, o SD non crescerà velocità nella sezione DH; e in conseguenza non sarà cresciuto il flusso dell'acqua dall'altezza DS; dunque tutta la quantità dell'acqua che sarà ritardata, dopo l'acquistata velocità DS, sarà necessitata a scorrere sopra all'impedimento HQ; e nel medesimo modo si dimostrerà, che l'altezza DB non cresce la velocità della sezione DH. Adunque acciocchè l'altezza possa far crescere la velocità della sezione DH, sarà necessario che ascenda sopra all'orizzontale AN. Il che ec.

Scolio. La verità di questa proposizione, che da molti amici veramente dotti, era tenuta per un paradosso, presi da un comune errore, che faceva loro credere per certo, che le velocità dipendessero sempre dall'altezza dell'acqua, almeno in parte; mentre io la dimostrava coll'esperienza alla loro stessa presenza, si osservarono alcuni accidenti degni di essere notati quali io stimo molto a proposito manifestare in questo luogo.

Io feci fare di lama di ferro il vaso parallelepipedo AF (*fig.* 34.)

e nella sua faccia d'avanti fu aperto l'emissario LS, e ad esso fu adattato il canale della medesima materia, che si girasse intorno ad FG, in maniera che potesse avere diverse inclinazioni; il quale abbiamo notato colla sola linea SP con sezione verticale, per isfuggire la confusione delle linee, e le sue laterali sponde LSPM tanto erano alte, che impedivano che l'acqua non iscorresse sopra di esse. Nel mezzo di questo canale fu adattata la cateratta MR ne' suoi canaletti, acciocchè ella si potesse, qualunque volta alzare, e abbassare. Per la qual cosa inclinato il canale v. g. in PS, e serrate accuratamente tutte le fessure colla cera, si mise dell'acqua nel vaso con alcune canelle torte, che l'attignevano uniformemente da un altro vaso, cioè da una conserva, che stesse sempre piena d'acqua, acciocchè la quantità dell'acqua tirata sù dalle cannelle in tempi eguali, fosse perpetuamente eguale, ed eguale fosse quella che esciva dal canale.

Questa dunque cominciò a scorrere formando la superficie, o linea IXNQ, e nella sezione O, l'altezza ON, le quali cose stando così, si lasciò andare la cateratta di maniera, che per l'appunto combaciasse colla superficie dell'acqua; e finchè le cose si lasciarono star così, non si vide mutazione alcuna, ma tramutate le circostanze si scorsero i seguenti accidenti.

I. Lasciata immergere la cateratta nell'acqua v. g. fino in R, l'acqua fra I, ed N si cominciò ad elevare quasi sino all'orizzontale HIB, ma non vi arrivò precisamente; si alzò però tanto, che arrivò a superare quattro, o cinque volte l'altezza del restante della sezione OR.

II. Si cominciò ad elevare l'acqua con tumulto, e agitazione, come se avesse ribollito, di maniera che la parte dell'acqua che passava per RO lasciò in parte la prima velocità, e cominciò a scorrere più lentamente, il che manifestamente si potè distinguere dalla diminuzione dell'acqua che scaturiva da basso sul piano inclinato, dalla qual cosa fu facile il dedurre, che la velocità dell'acqua acquistata nel discendere, a causa de' moti irregolari derivati d'altronde, come da impedimenti, reflessioni, vortici ec. patisce alterazione, e diminuzione considerabile.

III. Sollevatasi l'acqua fino all'orizzontale DXC termine dell'elevazione, qui si quietò; ed essendo che quel tumulto appoco appoco cessasse, crescendo l'alzamento, cominciò parimente a farsi maggiore l'ampiezza dell'acqua cadente, di maniera che primieramente torno all'ampiezza di prima, e dipoi ancora pervenne a maggiore.

IV. E stando in questo stato le cose, aggiunta l'acqua d'una cannella, di nuovo si rialzò anco più la superficie, fino all'altro termine superiore, e di nuovo si osservarono le cose stesse che furono osservate nel secondo, e terzo caso.

V. Di nuovo rialzata la cateratta di maniera che l'acqua ritenuta scorresse, e ritornata l'acqua alla sua natural superficie IGNQ, di nuovo si lasciò andare la cateratta fino al combagiamento di essa; fatto questo, aggiunta l'acqua d'un altro sifone nel vaso AF, si osservarono le stesse cose che sopra furono osservate, quando fu lasciata andare la cateratta sotto la superficie dell'acqua.

VI. Tutte queste cose in contrario proporzionatamente si osservarono (rimosso il sifone aggiunto di prima, e alzata la cateratta, e di nuovo lasciata andare come prima) per la sola aggiunta di piccolissima quantità d'acqua v. g. d'un oncia, o due, anzi solamente di tanta, quanta si contiene da un cucchiaio, la quale si versasse immediatamente sopra alla sezione OR.

VII. Anzi lo stesso appunto accadeva senza alcuno accrescimento d'acqua solamente col ritardare la velocità dell'acqua fra SO, o con una mazza, o con un dito, o con una mazza messa nell'acqua, e ancora col solo soffio.

Scolio II. In queste esperienze è da osservarsi, che il sesto, e il settimo fenomeno riconoscono la medesima causa; poichè l'aggiunta dell'acqua, per quanto importa una certa aggiunta non continvata, avrebbe dovuto tanto accrescere la superficie dell'acqua, quanto richiede la sua mole, cioè pochissimo, ma perchè nell'aggiugner acqua, e in particolare con impeto, come quando si getta l'acqua da alto, si ritarda la velocità del corso, e sempre più se sia causata perturbazione, quindi l'aumento dell'altezza diviene più notabile per questo modo, che nel settimo caso al ritardamento fatto con un dito.

Scolio III. Che poi nell'addotta esperienza, nel primo fenomeno l'acqua non superasse l'orizzontale HB, come naturalmente doveva accadere, per le cose dimostrate nella passata proposizione, ciò seguì perchè non era intera la velocità dell'acqua, cioè non era tanta quanta ne richiedeva la scesa perpendicolare della TO, VR, ma ritardata dalla resistenza causata dal soffregamento del fondo, e delle sponde, la qual cosa non si può fuggire in tutto, nè pure per mezzo d'alcuno artificio; e ne' canali inclinati, è d'una grande importanza.

Contuttociò esporremo più sotto alla prop. 10. lib. 5. il metodo di ritrovare la proporzione, che ha questo impedimento, o piuttosto questa velocità ritardata all'intera velocità.

PROPOSIZIONE III.

Supposte le stesse cose, e accresciuta l'altezza dell'acqua di maniera che finalmente sempre rimanga nel medesimo stato: dico che per la minor sezione HD passerà la medesima quantità d'acqua, che passava prima per l'intera sezione DE.

Conciossiachè cresciuta l'altezza dell'acqua fino ad (*fig.* 33.) ML, sopra all'orizzontale AN, perchè pel canale AD, passa la medesima quantità d'acqua di prima, se fosse maggiore la quantità dell' acqua che passa per la sezione DH, di quella che passava per l'avanti per la sezione DE, maggior quantità d'acqua si trarrebbe, di quella che fosse somministrata dal canale; adunque l'orizzontale ML discenderebbe, il che è contrario al supposto; e se minore fosse la quantità dell'acqua che passa per la minor sezione DH, di quella che passava per la maggiore, trattenendosi allora qualche porzione d'acqua la superficie ML s'alzerebbe, il che pure è contrario al supposto; sicchè non passando, nè maggiore, nè minore quantità d'acqua, passerà per la sezione HD, l'istessa che passava per la sezione DE. Il che ec.

PROPOSIZIONE IV.

In un canale inclinato, se l'acqua scorra facendo nella data sezione una determinata altezza, sopra alla quale si serri dalla parte di sopra indefinitamente la sezione; e le sponde del canale sieno tant' alte, che possano contenere tutta l'altezza dell' acqua, e s' intenda ritardata la velocità dell' acqua, si alzerà la superficie dell' acqua fino all' orizzontale per lo principio dell' alveo.

Nel canale inclinato (*fig.* 33.) AD scorra l'acqua, facendo nella sezione D, l'altezza DE, e da E s'intenda per di sopra continuato l'impedimento EP che chiuda, e il rimanente che è supposto nella proposizione, e s'intenda a causa della chiusa essere ritardata la velocità, di maniera che non possa più passare l'acqua per la sezione DE colla sua prima velocità. Dico che la superficie dell'acqua s'alzerà tanto che, arriverà all'orizzontale AN per lo principio dell'alveo. Poichè essendo ritardata la velocità nella sezione DE, non passerà per DE tant' acqua, quanta ne passava prima; laonde in tutti i tempi sarà trattenuta qualche porzione d' acqua fra A, ed EP; adunque dall' essere trattenuta continuamente ciascuna porzione dell' acqua, sempre più, e più s' alzerà la superficie dell' acqua, finchè l' altezza sopra alla luce o sezione DE non divenga tale, che possa restituire la perduta velocità; ma solo l' elevazione fino all' orizzontale AN può restituire la primiera velocità; conciossiachè la primiera velocità, essendo che era l' intera, era quella che conviene alle perpendicolari BD, NH, ed è la medesima, che alla sezione DE viene impressa dall' elevazione della superficie AN; adunque l' acqua si eleverà fino all' orizzontale AN per lo principio dell' alveo, nè si alzerà di più, imperocchè crescerebbe la velocità nella sezione, ed in conseguenza maggior quantità d'acqua escirebbe per la sezione DE, di quella che conducesse il canale AD, e così la superficie di nuovo si riabbasserebbe all' orizzontale

AN, nè si abbasserà più, imperocchè la minore altezza non imprime la velocità dovuta alla maggior discesa. Il che ec.

Corol. Di qui è chiaro, che se il ritardamento cessasse prima che fosse seguita l' elevazione fino all' orizzontale per lo principio dell' alveo, cesserebbe ancora l' elevazione che si fermerebbe in quello stato; laonde acciocchè sia vera la proposizione, bisogna che duri il ritardamento, almeno fino all' elevazione predetta.

PROPOSIZIONE V.

Poste le stesse cose, come nella seconda proposizione: dico che le velocità fra D, ed H, avranno fra loro proporzioni tali, che il punto D abbia la velocità che gli è contribuita dall' altezza DM, il punto H quella, che gli dà l' altezza HR, di maniera che il complesso delle velocità fra D, ed H, sia nello spazio parabolico, la cui cima sia P.

Imperocchè in (*fig.* 33.) D non può esser maggior velocità di quella, che vi imprima l' altezza MD, non essendovi causa che ve ne sia impressa maggiore; poichè l' accelerazione pel canale AD, o piuttosto LD, non ne può contribuire di più, come da per se stesso è manifesto: similmente nè meno può esser minore, essendo che la pressione MD non permetta questa minor velocità, se dunque nè minore, nè maggiore è la velocità in D di quella, che le vien data dall' altezza MD, è necessario che sia eguale. Similmente si dimostrerà che la velocità H è quella, che imprime l' altezza RH, e l' istesso si dimostrerà dell' altre velocità fra D, ed H, rispetto alle sue perpendicolari fino alla superficie dell' acqua LD. Ritrovata dunque la parabola, che sia la misura di queste velocità, cioè PTV, si tirino le DV, HI semiordinate, e si faccia lo spazio parabolico DHTV, che sarà il complesso delle velocità della perpendicolare DH. Il che ec.

Scolio i. Lo stesso si può dimostrare benchè non sia serrata la sezione, ma solo ritardata la velocità, secondo le cose supposte nella quarta proposizione essendo la medesima dimostrazione.

Scolio ii. E perchè l' elevazione della superficie LP accresce ancora la lunghezza del canale prolungato per di sopra il principio in L, secondo il senso della quarta definizione del lib. 2. è chiaro che l' altezza MD, e la discesa per LAD, imprime i medesimi gradi di velocità alla sezione D, e di più che il canale diviene, come un vaso chiuso LADEP, la luce del quale è H, e che ad esso è somministrata l' acqua in maniera, che conserva la stessa superficie LP; sicchè da questo capo ancora si deduce le velocità D, H avere tra loro tali proporzioni, che vengono nello spazio parabolico predetto per le cose dimostrate nel secondo libro.

Corol. i. Tirata adunque per X la parabola DXY, e le sue semiordinate DY, E&, sarà lo spazio parabolico DF&Y complesso delle velocità della perpendicolare DE, eguale allo spazio parabolico DHTV complesso delle velocità della perpendicolare DH; imperocchè essendo eguali le quantità dell'acqua, ancora i complessi delle velocità saranno eguali.

Corol. ii. Adunque se si faranno sopra DE, DH, i rettangoli eguali agli spazi parabolici, saranno i lati rimanenti, ovvero le loro altezze, le medie velocità, e ritrovato il centro della velocità della perpendicolare ED v. g. H, si faccia come il quadrato della media velocità della perpendicolare DH, al quadrato della velocità media della perpendicolare DE, così XH a P 2, sarà 2 il centro della velocità della perpendicolare DH. Poichè essendo le linee che rappresentano le medie velocità, ordinate nelle paraboliche linee paralelle, ovvero eguali, saranno gli assi fra loro in duplicata proporzione delle massime ordinate.

Scolio ii. E perchè per ritrovare il centro della velocità, bisogna che sia nota l'altezza dell'asse DX, come s'è detto nella prop. 8. del lib. 2. ricercando ciò la quadratura dello spazio parabolico, come nella prop. 7. del medesimo, e di più per ritrovare l'altezza dell'asse, nella maniera che nella prop. 6. del medesimo si ritrova, bisogna che sia nota la proporzione delle semiordinate massima, e minima, o pure nel nostro caso, quella della velocità della superficie, e del fondo, la quale se si ricercherà coll'esperienza v. g. col pendolo, non è certissima, potendo essere le velocità ritardate, e conseguentemente turbata l'astratta proporzione di esse dovuta alla discesa; si potrebbe dubitare nel caso del precedente corollario, se sia ritrovato bene il centro della velocità, ma contuttociò, perchè la proporzione delle velocità si può trovare per altri versi, come per esempio dalla lunghezza del canale, e dall'angolo dell'inclinazione, ed ancora colle livellazioni fatte diligentemente, coll'istrumento in particolare del celebre Montanari di felice memoria, già mio maestro, pel mezzo delle quali cose può aversi la distanza della linea orizzontale per lo principio dell'alveo, dal fondo della sezione, v. g. BD, e di qui la DX, si avrà il centro della velocità, e dipoi tutte le altre cose dedotte nel corollario precedente.

Corol. iii. Laonde se sarà noto l'angolo dell'inclinazione del canale, al quale è eguale l'angolo BDX, oppure 3. 2. P; essendo noto l'angolo P 3. 2. retto, e il lato P 2; sarà anco manifesta trigonometricamente la quantità della perpendicolare 3. 2, cioè l'altezza dell'acqua, sopra il centro della velocità della perpendicolare DH.

PROPOSIZIONE VI.

Se s' infonda dell' acqua in una conserva per mezzo d' un canale perpendicolare influente, e sia la quantità influente maggiore della quantità di quell' acqua, che può escire dalla sezione, o luce data, con quella velocità che si conviene alla cascata dal principio del canale influente, sino alla luce; l' acqua nella conserva ascenderà tanto, che superi l' altezza del canale influente.

Sia la conserva (*fig.* 35.) CBD, e il canale perpendicolare influente in essa AB, il principio del quale A, e sia in B la velocità della cadente intera, e l' apertura B non sia sufficiente a metter fuori tutta l' acqua, che gli vien somministrata dalla cadente AB. Dico che l' acqua nella conserva si alzerà sopra al principio A della cadente. Si continui la conserva fino alla cima del canale influente, e perchè in questo stato l' altezza della conserva non può imprimere maggior velocità, di quella che si conviene alla discesa perpendicolare AR, e la velocità, che a questa si conviene, cioè l' intera non è tanta, sicchè possa tutta l' acqua scorrere per l' apertura B, dunque, o traboccherà sopra alle sponde del canale, ovvero continuato esso canale, acquisterà tant' altezza, di maniera, che potrà spingere tutta l' acqua per B, colla ricercata velocità, cioè più alto salirà che A. Il che ec.

Corol. I. Di qui ne segue, che se sarà l' apertura B proporzionata all' intera velocità B, cioè se la luce B alla sezione della cadente in M, sarà in reciproca proporzione della velocità M, alla velocità B, non si tratterà alcuna porzione d' acqua nella conserva, ma tutta scorrerà fuori. Lo stesso avverrà, se la luce alla sezione avrà maggior proporzione, che reciprocamente le velocità. Al contrario poi, se maggiore sarà la proporzione della veloeità M, alla velocità B, di quella che ha l' apertura B, alla sezione M, che è il caso della proposizione pur ora dimostrata.

Scolio I. La velocità M, e la sezione M in questo corollario non si possono intendere nel principio del canale, ma sotto esso, essendo che nel princio la velocità è nulla, e la sezione è infinita; imperocchè nella stessa proporzione dovrebbe essere la velocità B, quanta alla velocità A nulla, che la sezione A, alla sezione B; ma fra il quanto, e il nulla vi corre una infinita proporzione, adunque ancora dee essere infinita la proporzione della sezione A, alla sezione B, quale appunto è quella, che passa fra la sezione A infinita, e la sezione B finita.

Corol. II. Adunque in questo senso, perchè la velocità M, alla velocità B ha maggior proporzione, che la luce B, alla sezione M, si faccia come la luce B, alla sezione M, così la velocità M, ad un' altra

velocità F, e come il quadrato della velocità M, al quadrato della ritrovata velocità F, così si faccia AM, a GR; sarà GR l'altezza, fino alla quale crescerà l'acqua nella conserva nel caso di questa ultima proposizione; e maggiore di AR, come facilmente si può provare da quello, che si è fin'ora dimostrato.

Corol. III. Ma se la velocità del canale influente sarà ritardata, essendo l'apertura proporzionata all'intera velocità, l'acqua salirà nella conserva fino al principio del canale A; imperocchè ascendendo l'acqua fino lì, restituirà l'intera velocità, e però per esso escirà tutta l'acqua.

Corol. IV. Che se la luce sia proporzionata a qualche velocità ritardata, nè per anco l'acqua esca tutta, è evidente essere la velocità più ritardata di quel che comporti la reciproca proporzione de' fori, e delle velocità, cioè il foro essere minore di quel che richiegga la data velocità dell'acqua ritardata; dunque l'acqua si alzerà nella conserva, v. g. fino all'orizzontale CD, di maniera, che l'altezza RC, restituisca quella velocità, che è proporzionata alla luce.

Corol. V. E di qui è chiaro, che l'altezza CR della superficie dell'acqua CD, aggiugnerà maggior velocità alla luce B, che tutta la caduta AB, ogni volta che è ritardata la velocità.

Corol. VI. Ed inoltre, non essere da considerarsi l'impeto della cadente perpendicolare nella conserva, ovvero non far nulla alla velocità delle luci, mentre stia fissa la superficie dell'acqua, se non quanto alcuna volta la superficie dell'acqua qualche pocolino per l'impeto della cadente, va in giù, e in su, ma essere solamente considerabile l'altezza della superficie dell'acqua sopra i centri della velocità delle luci.

Corol. VII. Tutto quel che fin ora si è dimostrato, supposta la cadente perpendicolare, si dimostrerà nel medesimo modo suppostala inclinata.

Corol. VIII. Adunque supposte le stesse cose, e la stessa figura 33. della seguente proposizione, perchè per la strettezza della sezione DH, l'acqua non può scorrere colla primiera velocità, e l'acqua ritenuta si livella alla superficie, che sta ferma AX; l'altezza BD imprimerà la velocità in 2. (suppongasi 2. centro della velocità) minore di quel che fosse dianzi per la discesa AD, e in conseguenza la velocità 2. fatta dall'altezza 2. 3. non sarà ritardata dal contatto, e soffregamento del fondo da A fino in D.

Corol. IX. Che se l'orizzontale AX pareggerà precisamente il principio dell'alveo, sarà l'altezza DH della sezione, quella che avrebbe l'acqua, se non fosse ritardata la sua velocità (che è il converso del quarto corollario); ma se l'orizzontale AX sia sotto l'orizzontale per lo principio dell'alveo, sarà l'altezza dell'acqua maggiore

di quella, che richiederebbe l'intera velocità, e al contrario, se sarà AX sopra all'orizzontale per lo principio dell'alveo.

PROPOSIZIONE VII.

Se la velocità dell'acqua corrente per un canale inclinato sarà ritardata, facendo nella sezione una data altezza, e per disopra si chiuda la sezione, di maniera che l'acqua cresca ad un altezza fissa, le diverse velocità dell'acqua talmente fra loro si proporzioneranno, che converranno in una parabola, il vertice della quale è il punto comune alla perpendicolare per di sopra prolungata, e alla superficie dell'acqua, e l'asse la medesima perpendicolare prolungata.

Sia il canale (*fig.* 33.) LD, pel quale la velocità dell'acqua corrente ritardata faccia nella sezione D, l'altezza DE, e si chiuda la parte superiore di essa; e crescendo l'acqua sia la sua ferma superficie AX. Dico che pel restante della sezione DH l'acqua scorrerà in maniera che tutte le velocità convengano nella parabola, che abbia il vertice X, e l'asse DX. E perchè AX è la superficie dell'acqua, che sta sempre ferma nel medesimo stato, mentre dura l'escita per la sezione DH, e l'entrata per lo canale LA, sarà ADX una conserva, colla luce DH, ed AX, la superficie dell'acqua, che si mantiene sempre nella medesima altezza, durante l'entrata eguale per LA; ma nelle conserve le velocità sono fra loro in sudduplicata proporzione dell'altezza dell'acqua, che per di sopra la preme; adunque la velocità in D, alla velocità in H, è in sudduplicata proporzione delle linée BD, NH; ma come BD a NH, così DX, a XH; adunque la velocità in D, alla velocità in H, cioè DY a H 4. è in sudduplicata proporzione delle linee DX, XH, e conseguentemente converranno nella parabola DXY, che ha il vertice X, e l'asse DX; e sarà lo spazio parabolico DH 4. Y il complesso delle velocità della perpendicolare DH, e nel medesimo modo si dimostrerà, che tutte le velocità della perpendicolare DH terminano al segamento parabolico Y 4. Il che ec.

Scolio. Si è dimostrato la sesta proposizione per torre il dubbio, che l'acqua che viene, possa crescere qualche velocità nella sezione DH, a causa dell'impeto della cadente LA, il che contuttociò è falso, sì per le cose ivi dimostrate, sì come ancora perchè l'impeto della cadente, e la superficie dell'acqua si equilibrano. E questa settima proposizione si è dimostrata più a questo fine, perchè da essa dipende immediatamente la misura dell'acqua corrente, che ora ricerchiamo; benchè d'altronde si potesse ricavare come corollario.

Corol. Sicchè da questa proposizione se ne cava la regola universale per misurare tutte l'acque correnti ne' canali, o sieno orizzontali,

o inclinati, o solitari, o in qualsivoglia modo uniti, ancora avendo riguardo al ritardamento della velocità, causato da qualsivoglia impedimento fino alla sezione; purchè le velocità massime, medie, minime, ec. di tutte le perpendicolari della sezione, nella quale si dee far la misura, sieno eguali. Laonde sia

Regola generale per misurare l' acque di qualsivoglia fiume.

In primo luogo, acciocchè sia la velocità dell' acqua da per tutto simile a se, si scelga quella sezione del fiume, sopra, e sotto alla quale sia l' alveo, quanto più può esser diritto, cosa facile a trovarsi ne' fiumi grandi, e non gran cosa difficile a farsi ne' piccoli.

II. Eletto il sito proporzionato del fiume, per isfuggire l' irregolarità, se manca la naturale sezione, si adatti ad esso l' artificiale (ovvero, come è chiamata dal Castelli, il Regolatore) fatta di pietra, o con regoli, che gli servano per lati, come tornerà più facile, la base della quale AB (*fig.* 30.) sia esattamente orizzontale, e i lati, o sponde perpendicolari; e in un lato, v. g. BD, si segni una qualche misura, che sia in uso, v. g. piedi, braccia, ec. e nella parte superiore si adatti la cateratta EG, che talmente si possa lasciare scorrere, che la sua inferior superficie EF, sempre resti nel sito orizzontale, e per questa sezione si sforzi a passare tutta l' acqua del fiume.

III. Stando il fiume nel medesimo stato, cioè non s' alzando, nè abbassando la sua superficie, si lasci andare la cateratta sotto la superficie dell' acqua, adunque per la proposizione seconda, e per le cose quivi notate, si alzerà la superficie dell' acqua fino ad un termine stabile, che sia v. g. KL.

IV. Si osservi nel lato BD, l' altezza BK della superficie dell' acqua sopra il fondo della sezione artificiale BA, la quale per lo più non supererà gran fatto la precedente altezza dell' acqua, sì per lo poco declive, che è solito essere negli alvei inclinati de' fiumi; che spesso fanno l' angolo coll' orizzontale insensibile, siccome pel ritardamento causato da vari impedimenti accidentali, come sono l' inegualità delle ripe, e del fondo, e la scambievole inclinazione delle medesime, e le tortuosità, e le corrosioni, che tolgono la dirittura dell' alveo, la reciproca strettezza, e larghezza delle sezioni, le quali cose tutte son di grandissimo impedimento all' accelerazione del moto. Ma se le circostanze facessero temere, che l' acqua per la troppa escrescenza superasse le ripe, e gli argini, si dovranno armare, e rialzare secondo il bisogno.

Così fatte, e osservate queste cose, s' intenda la parabola BKH, descritta coll' asse BK, e ordinatamente applicate BH, FI, si ritrovi della perpendicolare BF il centro della velocità per la prop. 5.

del lib. 2. imperocchè facilmente si ritroverà la proporzione di FI a BH, per la natura della parabola, essendo note per mezzo dell'esperienza KB, KF. Sia dunque M il centro della velocità; tirata MN semiordinata, questa sarà la media velocità della perpendicolare KB.

Se l'alveo sia sensibilmente inclinato, bisognerà ritrovare l'inclinazione, per sapere con quella, pel coroll. 3. della prop. 5. l'altezza dell'acqua che gravita sopra al centro della gravità, la quale ritrovata, o per la prop. 10. del lib. 2. o per mezzo d'una particolar tavola; si ritrovi lo spazio conveniente alla velocità, questo si multiplichi per la perpendicolare FB, e il prodotto si multiplichi per la larghezza della sezione AB, il numero che ne risulta, assegnerà la quantità delle misure cubiche dell'acqua, di quel genere di misura di che ci saremo serviti in quest'operazioni.

La dimostrazione della verità di questa misura, parte dipende dall'antecedente proposizione, parte dal corollario della prop. 10. del lib. 2. essendosi ritrovata la misura di quell'acqua che esce per la sezione BL, turata per di sopra; ma questa è eguale a quella, che per l'avanti esciva per la sezione aperta, per quel che si è dimostrato nella prop. 3. di questo, sarà dunque altresì la misura della quantità dell'acqua, che prima passò per la sezione aperta, cioè per qualunque altra sezione del medesimo fiume.

Scolio II. Se non fosse bastante una sola cateratta se ne mettano più perchè torna l'istesso, fare una sola misura d'un fiume in una volta, e in più volte accoppiarne più insieme; siccome non importa niente in questo caso, che l'inferiori superficie di tutte le cateratte sieno elevate alla medesima linea orizzontale, o a diversa: purchè lo stato dell'acqua sempre sia il medesimo, e si abbia riguardo distinto di tutte le perpendicolari, che hanno lunghezza diversa.

Scolio III. L'inclinazione d'un canale facilmente si ritrova in diverse maniere, ma in particolare colla seguente. Sia una squadra doppia (*fig.* 37.) composta da' regoli ABD, CB, che stiano tra loro ad angoli retti in B; sia accomodato un altro regolo EBG mobile, intorno al vertice dell'angolo retto B, il quale abbia una punta nella parte inferiore BG da poter ficcare nel terreno, l'altra parte BE, sia eguale a BC, e si divida l'una, e l'altra in parti simili, e eguali comunque piace, e si prepari un altro regolo, o attaccato al termine delle divisioni dell'uno, e dell'altro di detti lati, v. g. nel punto E, ovvero (il che torna meglio) separato; diviso ancor esso in particelle simili a quelle delle divisioni di EB, BC. Si ficchi pertanto nel fondo del fiume, del quale si cerca l'inclinazione il regolo BG, finchè ABD per lo lungo sia esattamente accomodato al piano del fondo, ma bisogna, che il detto regolo EBG sia perpendicolare all'orizzonte, il che si può riscontrare col pendolo; così fermato lo

cose, l'altro regolo EC applicato insegnerà, quanto sia la base EC del triangolo EBC nelle parti de' lati EB, BC; quale riconosciuta, sarà noto trigonometricamente l'angolo EBC, che sarà l'inclinazione del canale, perciocchè tirata per B l'orizzontale HI, perchè gli angoli EBI, CBD sono retti, se si tolga il comune CBI, rimarrà l'angolo EBC eguale all'angolo IBD dell'inclinazione del canale.

Scolio iv. Nè si debbe opporre a questo modo di misurare l'acque correnti, la grande spesa, e le difficultà nel fabbricare le macchine, che si debbono preparare, poichè si dee rispondere quello, che intorno a ciò ammonisce egregiamente il p. Castelli, cioè nella misura de' gran fiumi esservi necessario ancora il comando di gran Principi, e per lo più queste idee non si mettere in pratica, se non vi fosse qualche gran necessità, e utilità, che diminuiscono spese. Inoltre si trovano, quasi in tutti i fiumi certe macchine, come sono i derivatori dell'acque, ovvero steccate transversali de' fiumi per derivare l'acqua altrove, dette *pescaie*, o *chiuse*, sopra i piani superiori orizzontali delle quali ereggendovi perpendicolarmente colonne di legno, vi si possono accomodare le cateratte, quali sono le cateratte versatili fatte per sostenere, e equilibrare l'acqua de' canali, dette *sostegni*, o *escluse*, che sono quasi tutta la macchina; i pilastri, ovvero i ponti de' quali, fanno l'effetto medesimo delle sponde d'una sezione artificiale, e si può servirsene con poco negozio. Ho veduto spessimo ne' fiumi gonfi d'acqua, e ne' quali la capacità degli archi, di cui sono fatti i ponti, non era sufficiente al corso dell'acque, essere alzato dalla parte superiore il livello dell'acqua, finchè acquistata la velocità richiesta scorresse l'acqua del fiume sotto agli archi de' ponti; quelchè ancora il Castelli nota essere accaduto nell'inondazione del Tevere l'anno 1598 nella quale, benchè l'acque di quà, e di là superassero le ripe, contuttociò tutte scorsero di sotto a' ponti Fabbrizio, e Cestio, nel qual caso non sarebbe stato impossibile trovare la misura dell'acque del Tevere in tutte le perpendicolari della sezione, servendo in vece delle cateratte la parte superiore del ponte.

Finalmente se nel fiume non vi fosse alcuna di queste macchine, e fosse difficile il fabbricarvene, bisogna ricorrere a' minori influenti, de' quali prese puntualmente le misure, e sommate dipoi insieme, costituiscono l'intera misura del maggiore.

Scolio v. Avendo di sopra nella regola generale fatta menzione d'una tavola, per mezzo della quale si possono avere gli spazi, che convengono a qualsivoglia altezza, la dovevámo por quì. Ma conttuttociò abbiamo stimato cosa ben fatta differirla dopo il fine di questo trattato, sì per aver tempo di estenderla quanto conviene, come ancora per poterla staccare dal libro, e servirsene in qualsivoglia occorrenza.

LIBRO QUINTO.

NEL QUALE SI CONSIDERANO VARIE AFFEZIONI DE' CANALI ORIZZONTALI PERPENDICOLARI, E INCLINATI SOLITARI.

PROPOSIZIONE I.

Se per mezzo d'un canale orizzontale l'acqua entri in qualche stagno, la superficie del quale sia permanente, e se n'esca per un altro canale orizzontale d'eguale larghezza, e sia il fondo dell'uno, e l'altro canale nel medesimo piano, sarà ancora la superficie dell' acqua dell' uno, e dell' altro canale, e dello stagno nella medesima orizzontale.

Sia l'influente canale (*fig.* 38.) AB, e lo stagno BDC; e 'l canale, pel quale se n' esce l' acqua, CO; e sieno AB, CO nel medesimo piano, e sia l'altezza dell'acqua del canale influente BF, e per F si tiri la linea EFGH, e da C si eregga la perpendicolare CG, che sia l' altezza dell' acqua in C. Dico che l' orizzontale EH sarà comune. E perchè FG superficie dell' acqua nello stagno è fissa, tanta sarà l' acqua che vi entra, quanta sarà quella che esce; laonde supponendosi eguale la larghezza dell'uno, e dell'altro canale in C, B, sarà il complesso delle velocità della perpendicolare GC, eguale al complesso delle velocità della perpendicolare FB. Sia dunque, se è possibile, l' altezza GC minore di FB, sarà dunque minore la velocità del punto C, che del punto B; sia CI la velocità del punto C, minore di BK velocità del punto B, e si descrivano le uguali parabole FBK, GCI, che saranno i complessi delle velocità delle perpendicolari FB, GC, e perchè CI è minore di BK, si faccia BL eguale a CI, ed eretta la perpendicolare ML, che segherà la parabola in M, si tiri per M la semiordinata MN, che sarà eguale a CI, e FN sarà eguale a GC, e in conseguenza la parabola GCI si adatterà per l'appunto alla parabola FNM; ma FNM è minore di FBK, adunque anco GCI sarà minore di FBK; e sono, come si è dimostrato, FBK, GCI, i complessi delle velocità delle perpendicolari FB, GC; adunque il complesso delle velocità della perpendicolare FB, sarà maggiore del complesso delle velocità della perpendicolare GC; ma è ancora eguale come si è dimostrato, il che è impossibile. Non sarà dunque FB maggiore di GC. Similmente si dimostrerà, non potere esser nè anco minore; saranno dunque eguali le FB, GC. E nella medesima maniera si dimostrerà EA essere eguale ad HO, e ancora alle predette FB, CG. Laonde EFGH sarà la medesima orizzontale. Il che ec.

Corol. I. Da questo si ricava, che la superficie de' canali orizzontali è piana, ed equidistante dal fondo del canale, quando la larghezza sia la medesima in tutte le sezioni.

Corol. II. E benchè le sezioni sieno ineguali, lo stesso contuttociò sarà vero se la larghezza dell' ultima sezione sarà o la più piccola dell' altre, o eguale alla più piccola, imperocchè all' altezza di essa si livellano tutte l' altre, ma in questo caso le larghezze dell' altre sezioni non son vive, perchè rimane stagnante l' acqua nelle parti laterali, o vi gira formando vortici.

Scolio. Per la qual cosa, che le superficie, ne' fiumi ancora orizzontali, sieno più basse vicino allo sbocco, che lontano da esso, n' è causa l' essere nel primo caso maggiore la larghezza delle sezioni, che nel secondo, la quale appoco appoco cresce quanto più l' acqua s' accosta allo sbocco; e questo accade naturalmente, perciocchè l' acqua vicino allo sbocco, conservata la medesima velocità, dovrebbe cadere perpendicolarmente, o poco meno; e così dal troppo impeto, è necessitata a corrodere le ripe, e conseguentemente vengono a ridursi le sezioni proporzionate, talchè per quanto è possibile la superficie dell' acqua sia una sola. Ma di ciò diremo un' altra volta.

Corol. III. Parimente si verificherà la proposizione, se il canale influente è inclinato; imperocchè in quel caso FG, GH saranno nella medesima orizzontale, essendochè l' acqua nella conserva, o stagno si disporrà ad una tale altezza, quale richiederà la quantità dell' acqua influente, e la larghezza dell' emissario, o della prima sezione, la quale dipoi si continuerà, come è dimostrato.

Corol. IV. Adunque sarà lo stesso o essendovi qualsivoglia canale influente, o non ve ne essendo alcuno, se l' acqua sormonti dal fondo d' un ricettacolo BDC, il che suole per lo più ne' laghi accadere.

PROPOSIZIONE II.

Data l' altezza, che ha l' acqua in una conserva v. g. o in uno stagno ec. sopra il fondo della prima sezione, ritrovare l' altezza che ha la medesima acqua nella perpendicolare della prima sezione.

Questa proposizione suppone l' acqua stagnante, o almeno livellata in qualche conserva, peschiera, lago, palude ec. e suppone essere fatto nella conserva un emissario, che faccia il medesimo effetto d' una sezione artificiale, alla quale sia applicato un canale inclinato, del quale parlammo nella supposizione del libro 2. Sia dunque (*fig* 39.) AB, l' altezza che ha la superficie LS livellata della conserva, sopra al fondo della prima sezione B. Bisogna ritrovare l' altezza che farà l' acqua nella perpendicolare della prima sezione BD.

Si prolunghi LS, BD, finchè concorrano nel punto C, e col centro

B, e con l' intervallo BA, si descriva l' arco AD, che seghi BC in D, e intorno a CB descritta la semiparabola BCE, si piglino fra BC, DC le due medie proporzionali F, G; e si faccia come BC ad F, così BE velocità massima della sezione B, a BH, e per H si tiri HN paralella a BC, che seghi la linea parabolica in N, perchè BH necessariamente è minore di BE, essendo BC, maggiore di DC; e per N si tiri la NM, paralella a BE, che seghi BC in M. Dico che BM sarà l' altezza ricercata.

Perchè il punto B, della sezione BM ha la velocità conveniente alla scesa SB, ovvero alla pressione, che sia eguale a BA, e ancora avrebbe la medesima il punto B, se OB prolungata, v. g. in P, facesse da B fino in P un canale orizzontale, sarà la velocità nel punto B nell' uno, e nell' altro caso la medesima. Laonde presa BE come comune velocità, con l' asse BD, si descriva la parabola BDE, che seghi BCE, in E; perchè dunque BD è eguale a BA, e BE è la velocità del punto B, sarà la parabola BDE il complesso delle velocità della perpendicolare BA. Ma perchè BC, a CD è in tripla proporzione di BC ad F, e come BC ad F, così BE a BH, o ad MN, sarà BC a DC in tripla proporzione di BE ad MN. Nella medesima triplicata proporzione di BE a MN, è la parabola CBE, alla parabola CMN; dunque come BC a DC, così la parabola CBE, alla parabola CMN; e dividendo come lo spazio BMNE, alla parabola CMN, così BD a DC; ma come BD a DC, così la parabola BDE, allo spazio CDE, dunque come lo spazio BMNE, alla parabola CMN, così la parabola BDE, allo spazio CDE; e convertendo come la parabola CMN, allo spazio BMNE, così lo spazio CDF, alla parabola DBE; e componendo come la parabola CMN, insieme collo spazio BMNE, cioè tutta la parabola CBE, allo spazio BMNE, così lo spazio CDE, insieme colla parabola DBE, cioè tutta la parabola CBE, alla parabola DBE, e in conseguenza sarà lo spazio parabolico BMNE, ovvero il complesso delle velocità dell' altezza BM, eguale alla parabola BDE, complesso delle velocità della perpendicolare DB, o BA: ma il complesso delle velocità della perpendicolare DB, è dell' acqua che esce dalla conserva per lo canale orizzontale, pel quale tanta n' esce, quanta ve n' entra, adunque tanta n' esce per BM, quanta n' entra, mantenendosi la medesima orizzontale LS, e così sarà BM l' altezza ricercata.

Scolio. Si suppone, che nella conserva la superficie dell' acqua sempre stia ferma, e che sia continuata l' entrata, di maniera, che l' acqua che esce pel canale orizzontale faccia l' altezza BA, e la larghezza del canale orrizzontale sia la medesima, che quella dell' inclinato. Del rimanente se l' acqua della conserva fosse stagnante, e di nuovo non vi se ne somministrasse, in sul principio del flusso si

farebbe l'altezza BM, ma di poi a poco a poco diminuirebbe, secondo che s' abbassasse l' orizzontale LA, e questo seguirebbe in qualsivoglia larghezza dell' emissario; imperocchè se la sua larghezza fosse maggiore della larghezza del canale influente; o effluente; primieramente manderebbe fuora più acqua di quella che ve n' entra, e sarebbe la medesima altezza BM, ma non si manterrebbe la superficie sempre la medesima, e tanto discenderebbe, che diminuito l' esito dell' acqua pel canale SBH; finalmente l' entrata, e l' uscita si agguaglierebbero, e di nuovo l' altezza BM, risponderebbe colla medesima proporzione all' altezza BA.

Corol. I. Dunque se BA si supponga raggio, sarà BC secante dell' angolo dell' inclinazione, la quale se si caverà dalle tavole trigonometriche, e fra la secante, e l' eccesso di essa sopra il raggio si trovino le due medie proporzionali, sarà la proporzione della secante alla prima media, la proporzione delle velocità BE, MN, massima, e minima della prima sezione. Imperocchè supposto che BE sia eguale a BC, sarà MN, la seconda proporzionale; la qual proporzione della massima velocità alla minima nella prima sezione, sarà suttriplicata di quella, che ha la secante dell' angolo dell' inclinazione alla differenza tra essa, e il raggio.

Corol. II. E perchè la proporzione di BC, o di BE, a CM è doppia di BE ad MN, e parimente la proporzione di BC, o di BE a G, è per la costruzione duplicata di quella, che ha BE ad MN, sarà come BE a G, così BE a CM; sarà dunque CM eguale alla seconda media proporzionale G; laonde se da tutta la secante BC, si tragga CM, la rimanente BM sarà l' altezza ricercata nelle parti del raggio BD.

Appendice geometrica.

Dal corollario precedente si fa chiaro, che nelle parabole terminate equicruri, cioè in quelle che hanno i diametri eguali alle massime semiordinate, se si tiri qualsivoglia altra semiordinata, saranno la massima semiordinata, la seconda semiordinata, e la saetta della seconda semiordinata, cioè la parte del diametro intercetta fra la seconda semiordinata, e 'l vertice della parabola in continua proporzione. Come se sia (*fig.* 40.) nella parabola AGH, qualsivoglia diametro GB, e la semiordinata AB, eguale al diametro BG, e da qualsivoglia punto E, si tiri EF semiordinata, saranno le AB, EF, FG in continua proporzione, essendo la proporzione di GB, o BA a GF, duplicata di quella, che ha BA ad EF.

Corol. III. Sicchè la proporzione, che ha l' altezza dell' acqua nella conserva sopra il fondo della prima sezione all' altezza, che ha nella prima sezione, è quella che ha il raggio, alla differenza fra la

segante dell' angolo d' inclinazione, e la seconda delle due medie proporzionali fra essa, e l' eccesso di essa sopra il raggio.

Corol. iv. Da quel che si è detto, è chiaro, come dalla data proporzione fra la velocità del fondo, e la velocità della superficie nella prima sezione, si possa riconoscere l' angolo dell' inclinazione del canale, del quale è la prima sezione; e se data sia l' altezza della prima sezione, come si possa ritrovare l' altezza dell' acqua nella conserva. Conciossiachè se sia data la proporzione di BE velocità massima, ad MN velocità minima, sarà questa proporzione triplicata la medesima, che della segante dell' angolo dell' inclinazione alla differenza fra essa, e 'l raggio; v. g. se a BE, MN si aggiunga la terza proporzionale, questa sarà MC, alle quali se si aggiunga la quarta, questa sarà DC, la quale detratta da BE, supposta eguale a BC, lascerà BD, a cui è eguale il raggio BA, pel converso dell' appendice geometrica proposta; laonde se si faccia come AB a BC, così 10000. ad un' altra, questa sarà la segante, che ritrovata nelle tavole, dimostrerà l' angolo ABC dell' inclinazione; e se sia data MB, sarà ancora data BA, essendo la proporzione di BM a BA, quella (pel corollario antecedente) che ha la differenza fra la segante, e la seconda delle due medie predette, al raggio. Ancora altrimenti si potrebbe ritrovare l' altezza BA per la prop. 6. del lib. 2. e pel suo corollario terzo, ma ivi si suppone noto l' angolo dell' inclinazione, ma non già in questo corollario.

Corol. v. Colla medesima dimostrazione resta provata questa proposizione, cioè: data l' altezza che ha l' acqua in un canale orizzontale, ritrovare l' altezza che avrebbe in un canale in qualsivoglia modo inclinato. Conciossiachè nel canale orizzontale le velocità terminano alla linea parabolica, che ha per asse l' altezza della sezione, ovvero l' altezza dell' acqua sopra il fondo della prima sezione del canale inclinato, e però quel che si è detto, e si dirà intorno alle conserve, lo stesso appunto si adatta al canale orizzontale.

PROPOSIZIONE III.

Cresciuta l' altezza dell' acqua nella conserva, si cresce ancora proporzionalmente l' altezza dell' acqua nella prima sezione.

Sia la prima sezione (*fig.* 41.) B, sopra il fondo della quale l' altezza dell' acqua della conserva sia BO, che faccia nella sezione B, l' altezza BI, e si accresca nella conserva l' altezza dell' acqua fino ad F, e corrisponda ad essa nella sezione B, l' altezza BE. Dico come BE a BF, così essere BI a BE. Conciossiachè BO a BI, sta come il raggio alla differenza fra la segante dell' angolo dell' inclinazione, e la seconda delle due medie proporzionali fra essa, e la differenza di

esso raggio; ma la medesima proporzione ha BF, a BE; sarà dunque come BF a BE, così BO a BI, e permutando, come BF a BO, così BE a BI; o come BO a BF, così BI a BE. Il che ec.

Scolio. È da avvertire, che il punto F non è nella superficie dell'acqua corrente; imperocchè questa da A a B è sempre sotto AC, la quale si piglia, sì in questa, come nella passata proposizione, per orrizzontale per lo principio dell'alveo, ovvero per superficie livellata della conserva, e continuata fino in C; laonde quando si dice FB essere altezza dell'acqua nella conserva, sopra alla sezione B, intendiamo essere questa la distanza dell'orizzontale della sezione B dall'orizzontale per lo principio dell'alveo A, ovvero la perpendicolare AR.

Corol. i. Da questo si raccoglie, che se colla linea OI si congiungano le prime altezze; e ad esse per F si tiri FE paralella, che seghi BC in E, sarà BE la seconda altezza nella sezione B.

Corol. ii. E perchè dividendo, come FO a BO, così IE a IB, o permutando come FO ad IE, così BO ad IB, saranno ancora gli aumenti, e le prime altezze, o ancora le seconde fra loro proporzionali, e di più la prima altezza nella conserva al suo aumento, avrà la medesima proporzione, che la seconda altezza al suo aumento, ec.

Corol. iii. E perchè le quantità dell'acqua nelle perpendicolari BF, BO, sono in triplicata proporzione di quella, che è sudduplicata fra le medesime perpendicolari, ed è come BF a BO, così BE a BI, ne segue, che le quantità dell'acqua per BF, BO, ovvero le quantità per BE, BI eguali alle medesime, sono fra loro in triplicata proporzione di quella, che è sudduplicata fra BE, BI; laonde se EH si ponga perpendicolare a BE, e ad essa eguale, e col vertice B, e coll'asse BE si descriva la semiparabola equicrure BHE, e per I si tiri la semiordinata IG; sarà la proporzione dell'acqua per BE all'acqua per BI, triplicata di quella di BE ad IG; imperocchè GI è media proporzionale fra HE, o BE, e BI, per l'appendice geometrica della precedente proposizione, e se si ponga quarta BX, sarà la proporzione dell'acqua per BE all'acqua per BI quella, che ha EH, o BE a BX.

Corol. iv. Di qui si potrà ancora ricavare la misura proporzionale dell'acqua cresciuta, e non cresciuta, se sarà nota la proporzione fra BE, e BI, o fra BF, e BO: vedi il corollario terzo prop. 5. del lib. 3.

Corol. v. Ma perchè le somme delle velocità di diverse perpendicolari, ovvero le quantità dell'acqua per esse, hanno ragion composta delle proporzioni dell'altezza prima alla seconda, e della velocità media della prima, alla velocità media della seconda perpendicolare, si potrà dalla data proporzione, che hanno fra loro l'acque, o

e l'altezze, ritrovare ancora la proporzione delle velocità medie; conciossiachè se fra BE, BI si trovi la media proporzionale IG, e si aggiunga la quarta BX, sarà la proporzione EB a BX la medesima, che dell' acqua cresciuta, e non cresciuta, ma la proporzione di EB a BI, è la proporzione dell' altezze; adunque la proporzione BI a BX sarà quella delle medie velocità; essendo la proporzione EB a BX composta della proporzione EB a BI, e di BI, a BX, la prima dell'altezze, la seconda delle velocità.

Corol. vi. Essendo dunque BI a BX, come BE ad IG, ne segue essere la proporzione delle velocità suttriplicata di quella dell' acque, e similmente sudduplicata dell' altezze, e convertendo che la proporzione dell' acqua e suttriplicata delle medie velocità, e la proporzione dell' altezze è duplicata delle medie velocità.

Corol. vii. Similmente essendo la velocità massima della perpendicolare, BE, alla velocità massima della perpendicolare BI, in ragione sudduplicata di BF, a BO, o di BE, a BI, ed essendo nella medesima sudduplicata le velocità medie, ne segue, che le velocità massime delle due perpendicolari della prima sezione, sieno proporzionali alle velocità medie delle medesime perpendicolari.

Corol. viii. Sarà dunque (*fig.* 42.) come la velocità massima BK dell' altezza BE, alla velocità massima BL, dell' altezza BI, così la velocità media v. g. MN dell' altezza BE, a PQ velocità media dell' altezza BI, e permutando, come BK ad MN, così BL a PQ; ma BK ad MN è in proporzione sudduplicata di TB a TM; adunque ancora la proporzione di BL a PQ sarà sudduplicata di TB a TM; ma la proporzione di BL, a PQ, è sudduplicata di quella, che ha VB a VP; adunque come TB a TM, così VB a VP, e come TM a MB, così VP a P; aduque i punti M, P, che si suppongono centri di velocità, similmente segheranno TB, VB, e conseguentemente i centri delle velocità delle due perpendicolari nella prima sezione, similmente segano gli assi delle parabole, che sono le misure delle velocità di esse.

Corol. ix. Quel che si è dimostrato intorno all'aumento dell' acqua, serve ancora proporzionalmente pel decrescimento.

Scolio ii. Da queste cose apparisce una certa corrispondenza fra le sezioni de' canali orizzontali, e la prima sezione de' canali inclinati, poichè sì in quelli, come in questa; primieramente gli aumenti, e gli scemamenti si fanno proporzionalmente; in secondo luogo le quantità dell' acque sono fra loro in sesquialtera proporzione dell' altezze; ed in terzo luogo le velocità medie hanno fra loro proporzione sudduplicata dell' altezze, ed in questo le velocità medie sono proporzionali alle massime ec. Contuttociò in molte cose diversificano, imperocchè nella prima sezione il centro della velocità non è

demerso a $\frac{4}{9}$ dell' altezza; e parimente in secondo luogo l' altezze dell' acque non sono similmente segate dal centro; ed in terzo luogo le velocità non terminano all' intera parabola, ma al segamento della parabola, ed il complesso è uno spazio parabolico, e non parabola ec, come nelle sezioni de' canali orizzontali. Il che in vero è proprio di questa convenienza naturale di cose. Imperocchè essendo la prima sezione del canale inclinato il mezzo, col quale si connette il canale orizzontale coll' inclinato, è cosa convenevole che le proprietà dell' una, e dell' altra si uniscano.

PROPOSIZIONE IV.

Se l' acqua escendo da una conserva, entri in un canale inclinato, facendo nella prima sezione di esso un' altezza determinata, la superficie dell' acqua si disporrà in un piano tirato per lo principio del canale, e per l' altezza della prima sezione.

Dalla conserva (*fig.* 43.) AEC, scorra l' acqua per la prima sezione C, coll' altezza CD; e sia applicato il canale inclinato CN, quale s' intenda prolungato sopra fino ad A, superficie dell' acqua. Dico che l' acqua della conserva, talmente scorrerà pel canale AC, che la sua superficie sia nella medesima retta AD. Presi qualsivogliano punti fra A, e C, v. g. K, G, si ereggano ad AB orizzontale per lo principio dell' alveo le perpendicolari KI, GF, CO; e KM, GM perpendicolari ad AC.

E perchè C è prima sezione, ed è la sua altezza CD, sarà CD a CO, come la differenza fra la segante, e la seconda delle due medie proporzionali ritrovate fra la segante dell' angolo OCD, e il raggio, ad esso raggio; ma la medesima proporzione ha GH a GF, essendo gli angoli OCD, FGH eguali, e G è prima sezione in riguardo all' acqua superiore GA; adunque come CD a CO, così GH altezza dell' acqua in G, a GF altezza dell' acqua nella conserva sopra il fondo della prima sezione G; similmente come CD a CO, così si dimostrerà KM a KI, e permutando come CD, GH, KM fra loro, così CO, GF, KI; ma come CO, GF, KI, così AC, AG, AK; adunque come AC, AG, AK, così CD, GH, KM; e permutando come AC a CD, così AG, GH, ed AK, a KM; e però saranno i punti A, M, H, D in una linea retta. Il che ec.

Corol. Di qui è chiaro, che se si cresce l' acqua nella conserva, v. g. fino a TV, di maniera, che il principio del canale sia S, la superficie dell' acqua si disporrà per la retta SR, paralella ad AD; perchè essendo come CA ad AS, ovvero CO ad OV, così CD a DR, sarà pel coroll. 2. della proposizione antecedente, CR altezza della prima sezione dopo l' accrescimento, e disponendosi l' acqua colla

superficie SR, sarà la superficie dell' acqua SR, paralella ad AD, perchè sono segati proporzionalmente i lati del triangolo SCR.

PROPOSIZIONE V.

Data l' altezza, sotto la quale l' acqua scorre per un canale orizzontale, ritrovare l' altezza della prima sezione in un canale perpendicolare, sotto la quale possa scorrere la medesima acqua.

Sia il canale orizzontale (*fig.* 44.) AB, e la sua altezza BD, e ad esso sia applicato il canale perpendicolare BC della medesima larghezza, bisogna ritrovare l' altezza, sotto la quale l' acqua del canale orizzontale AB, possa scorrere pel perpendicolare BC nella prima sezione di essa. Coll' asse BD, si descriva la parabola equicrure BDE, che sarà il complesso delle velocità della perpendicolare DB, e ritrovata la media velocità FG, si faccia come BE ad FG, così BD a BH. Dico BH essere la ricercata altezza. Imperocchè la velocità media, colla quale scorre l' acqua pel canale orizzontale, è FG, e la velocità colla quale dee scorrere per lo perpendicolare nella prima sezione BH, è BE, cioè quale si conviene all' altezza BD; e le sezioni BD, BH, per essere di eguale larghezza, sono fra loro come l' altezze; sarà la proporzione delle velocità BE, FG, reciproca delle sezioni BH, BD. Adunque eguale quantità d' acqua passerà per l' una, e l' altra sezione BD, BH; laonde BH sarà l' altezza ricercata. Il che ec.

Corol. i. E perchè BE è sesquialtera di FG, ancora BD sarà sesquialtera di BH; e però due terze parti dell' altezza BD, saranno l' altezza BH.

Corol. ii. Tirata adunque la DH, perchè FI è paralella a BH, e BD è sesquialtera di BH, sarà ancora DF, sesquialtera di FI, e conseguentemente passata l' acqua dalla direzione orizzontale, alla perpendicolare, nel mezzo al passaggio, si disporrà colla superficie nella linea retta, che connette l' una, e l' altra altezza, come si è dimostrato ne' canali inclinati nella proposizione superiore.

Corol. iii. Adunque nell' accrescere dell' acqua in un canale orizzontale, l' una, e l' altra altezza BD, BH crescerà proporzionalmente ec. Vedi il coroll. dell' antecedente prop., e quel che si è notato ne' coroll. della terza prop. conciossiachè l' una, e l' altra specie di questi canali ha tra se corrispondenza.

Corol. iv. È ancora manifesto la proporzione della perpendicolare nella conserva, ovvero nel canale orizzontale, all' altezza nella prima sezione di qualunque canale applicato, non potere esser maggiore d' una sesquialtera.

Corol. v. Tutto questo si verifica, se nel fondo d' un canale orizzontale si faccia un foro, o una sezione, che abbia la larghezza

comune col canale; ma l'altezza due terzi dell'altezza dell'acqua, che scorre pel canale orizzontale; e lo stesso vale ancora d'una conserva, a cui sia applicato un canale orizzontale, se però il fondo di essa è nella medesima orizzontale col fondo del canale; conciossiachè in questo, se si aprirà un foro nel fondo, tant'acqua manderà fuori, quanta prima ne scorreva pel canale orizzontale, se però s'impedisca per questo il flusso.

Corol. vi. Che se la sezione BH non fosse della medesima larghezza, che BD, si faccia come la larghezza della sezione BH, alla larghezza della sezione BD; così l'altezza BH ritrovata, ad un'altra, che sarà l'altezza d'una sezione di diversa larghezza, poichè si faranno in questo modo due sezioni eguali, e sono ancora egualmente veloci, perciocchè l'una e l'altra ha la medesima velocità BE; adunque per esse scorrerà eguale quantità d'acqua, cioè tutta quella, che pel canale orizzontale scorre sotto l'altezza ED, come si è dimostrato.

Corol. vii. Ma perchè le sezioni egualmente larghe sono fra loro, come l'altezze; e le altezze delle sezioni d'un canale orizzontale, e della prima d'un canale perpendicolare, che hanno la medesima larghezza, sono fra loro in sesquialtera proporzione, ne segue, tutte le sezioni d'un canale orizzontale, alla prima d'un canale perpendicolare, essere in sesquialtera proporzione, o abbiano, o nò la medesima altezza, ancorchè le prime sieno rettangole, e le altre circolari, o ellittiche, ec.

Corol. viii. Finalmente se la sezione d'un canale perpendicolare sia minore della narrata, non potrà per essa escire tutta l'acqua; ma se sarà impedito l'ulteriore corso pel canale orizzontale, crescerà nel canale orizzontale l'altezza dell'acqua, finchè sia tanta, che tutta l'acqua possa scorrere per la minor sezione. Nel qual caso l'acqua del canale orizzontale diventa, come l'acqua di qualche conserva, alla quale tant'acqua le venga somministrata, quanta n'esce. Ma se la sezione sarà maggiore della narrata, l'acqua non empierà tutta la sezione, ma lascerà vota la parte superflua.

Scolio. Qui mi pare ben ricercare, che altezza acquisterà l'acqua in un canale orizzontale, se la prima sezione d'un canale perpendicolare sia minore di quello, che si richiederebbe. Si faccia come la data sezione minore a quella, che sarebbe necessaria, così la velocità competente all'altezza della sezione nel canale orizzontale ad un'altra; la quale ordinatamente applicata alla parabola DGE prolungata, darà la necessaria altezza, che l'acqua possa scorrere per la minor sezione; ma a voler, che per diverse sezioni scorra la stessa acqua, bisogna che le sezioni e le velocità, si rispondano reciprocamente, adunque ritrovata la velocità conveniente alla minor sezione, questa darà l'altezza, dalla quale dipende, e questa pure si dee

ritrovare nella parabola. Per la medesima ragione, data l' altezza, alla quale pervenne l' acqua, per potere scorrere per la sezione del canale perpendicolare, prima minore della necessaria, insieme colla precedente altezza del canale orizzontale, facilmente si trova la proporzione della minor sezione alla necessaria. Imperocchè assegnandosi l'una, e l' altra altezza dell' acqua, si darà ancora la proporzione delle velocità, la quale presa reciprocamente dimostrerà la proporzione della minor sezione alla necessaria, ed inoltre perchè data la sezione del canale orizzontale, si dà la prima sezione del canale perpendicolare, e si dà la proporzione di questa alla minore, si darà ancora l' area della minor sezione.

PROPOSIZIONE VI.

Data un' apertura rettangola nel fondo del vaso, o d'una conserva, e l' altezza dell' acqua sopra di esso, ritrovare l' altezza della sezione del canale orizzontale, che abbia per larghezza un lato dell' apertura, per la quale tutta l' acqua scappando fuora, possa escire dall' apertura.

Sia nel vaso (*fig.* 46.) ACOD l' apertura, e il rettangolo contenuto da' lati EG, FE, e la superficie dell' acqua nel vaso sia HI, o FL. Bisogna trovare l' altezza della sezione nel canale orizzontale, la larghezza del quale sia, v. g. FG, per la quale tutta l' acqua possa scappar fuora dall' apertura EG. Presa l' altezza dell' acqua FL come asse, col vertice L si descriva la semiparabola, e sia FP la sua massima semiordinata, dalla quale, e da FE, si faccia il rettangolo EP, e si divida la parabola FLP, in maniera che essa, al rettangolo EP, abbia la medesima proporzione, che ella ha alla parte della parabola QMK tagliata alla cima. Dico ML essere l' altezza, sotto la quale scorrerà l' acqua, che esce fuora dell' appertura EG nel canale orizzontale, che sia largo quanto l' apertura EG.

Perchè il canale, pel quale dee scorrere l' acqua, si suppone orizzontale, sarà il complesso delle velocità in ciascuna perpendicolare una parabola, l' altezza della quale sarà quella dell' acqua; laonde il complesso delle velocità dell' altezza LM nel canale orizzontale, è la parabola LMK, e la MK massima velocità, competente all' altezza LM. Similmente perchè EP è semiordinata nella stessa parabola; sarà FP la velocità pel punto F, cioè dell' apertura EG: presa dunque FG larghezza, ed FE altezza, sarà il rettangolo EP il complesso delle velocità della perpendicolare EF, ed EP velocità media di essa, essendochè tutti i punti nell' apertura orizzontale hanno la medesima velocità. Ma il complesso FP, è eguale al complesso MLK, perchè la parabola ELP ha la medesima proporzione all' uno, e l' altro;

adunque i complessi delle velocità, tanto della perpendicolare LM, quanto di FE saranno eguali; e conseguentemente eguale quantità d'acqua passerà per la linea EP, che per la perpendicolare LM, ed essendo eguali le larghezze, cioè la medesima FG, passerà ancora per l'apertura EG, e per la sezione del canale orizzontale, che abbia l'altezza LM, e la larghezza FG, la stessa, o eguale quantità d'acqua. Il che ec.

Corol. I. Lo stesso è, se EF si supponga larghezza comune all'apertura, e alla sezione, ed FG altezza dell'apertura; nel qual caso, il complesso delle velocità sarebbe contenuto sotto FP, FG.

Corol. II. Se si vorrà determinare la larghezza della sezione d'un canale orizzontale, quale sia eguale all'uno, e l'altro de' lati dell'apertura FG, FE, facilmente si trasmuterà l'altezza LM in un'altra competente alla data larghezza per la prop. 7. lib. 3.

Corol. III. Se sarà data l'altezza, che vogliamo che abbia l'acqua in un canale orizzontale, facilmente si troverà la larghezza della sezione; poichè se si ritroverà della data altezza LM, la media velocità MN, e qual proporzione ha il rettangolo LN, al rettangolo EG, la stessa abbia reciprocamente la larghezza dell'apertura, ad un'altra, questa sarà la larghezza ricercata, per la prop. 15. lib. 1.

Corol. IV. Se dunque in luogo d'una conserva si intenderà un canale orizzontale, l'altezza del quale fosse arrivata alla superficie permanente, per causa d'esser minore del bisogno la prima sezione nel canale perpendicolare, si potrà ritrovare l'altezza prima del canale avanti il gonfiamento, essendochè questa è quella, sotto la quale scorreva la stessa acqua nel canale orizzontale, che ora scorre per la prima sezione del canale perpendicolare.

Corol. V. Se in vece dell'apertura nel fondo della conserva, che è quel che si suppose nella proposizione, ne sostituiremo un'altra fatta nel lato perpendicolare della conserva; lo stesso appunto si dimostrerà, se si troverà il centro della velocità della data apertura, insieme con la sua media velocità; della quale, e di un lato dell'apertura si faccia un rettangolo analogo al rettangolo EP.

PROPOSIZIONE VII.

Data l'altezza dell'acqua nella prima sezione di qualche canale inclinato permanente in un medesimo stato, ritrovare l'altezza nelle rimanenti sezioni inferiori.

Sia il canale inclinato (*fig.* 45.) AK la prima sezione del quale sia B, e la sua altezza BD. Bisogna ritrovare l'altezza in un'altra sezione inferiore C. Prolungate BE, CI, perpendicolari delle sezioni, fino all'orizzontale per lo principio dell'alveo AI, si descrivano intorno

ad esse, come assi, le parabole eguali BEG, CIK; e per D si tiri DF semiordinata. E perchè DF è paralella a BG, sarà la parabola EBG alla parabola EDF in proporzione triplicata di BG a DF; si faccia dunque come BG a DF, così MN, ad NO, e ad esse si pongano in continua proporzione OP, PQ, e sia NR eguale a PQ. Adunque sarà come MN a PQ, o RN, così la parabola EBG, alla parabola EDF, e per la conversion della proporzione, come MN ad MR, così la parabola EBG, allo spazio BDFG. Di nuovo perchè le parabole EBG, ICK sono eguali, saranno in triplicata proporzione di BG a CK. Si faccia dunque come BG a CK, così MN ad MS, e si pongano nella stessa continua proporzione di esse le ST, TV. Adunque come VT, ad MN, così la parabola CIK alla parabola BEG; ma come la parabola BEG, allo spazio BDFG, così MN ad MR, adunque per l'egualità, come VT ad MR, così la parabola CIK, allo spazio BDFG. Si divida adunque la parabola CIK, di maniera, che VT ad MR, stia, come tutta la parabola CIK, allo spazio CHLK, sarà dunque lo spazio CHLK, eguale allo spazio BDFG, essendo la parabola CIK nella medesima proporzione all' uno e l' altro, cioè di VT ad MR: e sono i predetti spazi i complessi delle velocità delle perpendicolari BD, CH; adunque i complessi delle velocità, e conseguentemente l' acque che scorrono con esse, saranno eguali; e però sarà l' altezza CH quella, sotto la quale la medesima, o eguale quantità d' acqua passerà nella sezione inferiore C, di quella che passò per la prima sezione B, sotto l' altezza BD, Il che ec.

Corol. I. E perchè per la prop. 2. data l' altezza dell' acqua sopra 'l fondo della prima sezione in una conserva, si dà l' altezza della prima sezione, e da questa si dà ancora l' altezza nell' altre, è chiaro, che data l' altezza dell' acqua sopra 'l fondo della prima sezione, ec. viene ancora data l' altezza di qualsivoglia sezione.

Corol. II. Dal progresso della dimostrazione è chiaro, che data l' altezza che ha l' acqua nella prima sezione, si dà ancora la proporzione, che ha la parabola CIK, al complesso delle velocità CHLK.

Scolio I. Adunque la proporzione della parabola EBC, allo spazio DBFG, si fa manifesta dalla proporzione che ha BG a DF, quale è nota pel coroll. 1. della prop. 2, Ma se non fosse nota, a causa della mancanza de' dati della prop. 2, si potrà ritrovare l' altezza dell' asse BE per via di esperienza, quale ritrovata insieme coll' altezza BD, sarà manifesta la proporzione delle velocità BG, FD, e di più ancora col pendolo, del quale si è trattato nel lib. 2, anzi dal solo angolo noto dell' inclinazione si manifesta; essendo che la parabola EBC, allo spazio DBGF, sta come la segante dell' angolo dell' inclinazione al raggio, come può apparire dal seguente scolio.

Scolio II. Con maggior brevità si sciorrà il problema di questa

proposizione, se si troverà la segante del dato angolo dell' inclinazione, e stia BG a CK, come la segante ad un altro termine, a cui si aggiungano due altri termini in continua proporzione; sarà la proporzione del quarto termine al raggio, quella che dee avere la parabola ICK, allo spazio CHLK. Imperocchè, se si ponga BG, eguale a BE, sarà BG segante, DF secondo proporzionale, DE terzo; e il quarto XE, differenza fra il secondo, e il raggio, e conseguentemente XB, sarà il raggio; ma è la proporzione di BE a BX quella, che ha la parabola BEG, alla parabola BXG, ovvero allo spazio BDFG eguale ad essa; laonde essendo la parabola BEG, allo spazio BDFG, per le cose dimostrate, come MN, ad MR; se si supporrà MN segante, sarà MR raggio, e se MN, MS, TS, VT si pongano in continua proporzione di BG a CK, sarà VT ad MR raggio, come la parabola ICK, allo spazio BDFG, a cui dee essere eguale lo spazio CHLK. E ancora di qui si vede la proporzione della parabola CIK, allo spazio CHLK, essere composta della triplicata della velocità C, alla velocità B, e della segante dell' angolo dell' inclinazione al raggio, ovvero della sesquialtera di quella, che è tra CI a BE, o CA, BA, che è eguale alla triplicata di CK, BG, e della proporzione della segante al raggio.

Corol. III. E così ancora data in qualsivoglia sezione l' altezza dell' acqua, e ritrovato l' asse della parabola, perchè si dà la proporzione della massima velocità alla minima, ovvero del fondo, e della superficie, si potrà col metodo di questa proposizione ritrovare l' altezza di qualsivoglia altra sezione, superiore, o inferiore.

Corol. IV. È ancora manifesto il converso della proposizione, cioè, data l' altezza dell' acqua in qualche sezione inferiore, ritrovare l' altezza della prima. E similmente perchè data l' altezza dell' acqua nella prima sezione, si dà ancora l' altezza dell' acqua nella conserva sopra il fondo della prima sezione, ancora data l' altezza dell' acqua in qualunque data sezione, sarà manifesta l' altezza dell' acqua ec. nella conserva.

Corol. V. Siccome è evidente, in che modo, dato l' accrescimento dell' acqua nella prima sezione, e data ivi l' altezza dell' acqua non accresciuta, si possa ritrovare l' accrescimento dell' altezza in qualunque sezione data. Imperocchè se si darà l' accrescimento, e la prima altezza, si darà ancora l' altezza dell' acqua accresciuta, dalla quale si troverà l' altezza dell' acqua nella data sezione; e perchè è data la minore altezza nella prima sezione, si potrà ritrovare l' altezza corrispondente ad essa nella medesima inferior sezione; adunque in questa sarà data l' una, e l' altra altezza dell' acqua accresciuta, e non accresciuta, la differenza delle quali sarà l' aumento, e in conseguenza sarà nota la proporzione dell' altezza dell' acqua accresciuta, e non accresciuta ec.

PROPOSIZIONE VIII.

Data l'altezza, che ha l'acqua in qualche sezione d'un canale perpendicolare, ritrovare nelle rimanenti sezioni del medesimo canale, l'altezze, con le quali scorre l'acqua.

L'altezza d'una sezione in un canale perpendicolare, è la linea orizzontale, che misura l'altezza della sezione, sotto la quale discende l'acqua; è contuttociò differente il canale perpendicolare dal cadente, come si fa manifesto nel seguente scolio. Sia dunque il canale perpendicolare (*fig.* 47.) SX, pel quale s'intenda l'acqua scorrere, il che avverrà, se nel fondo della conserva NBML vi si supponga una sezione, o una apertura rettangola posta orizzontalmente, dalla quale esca l'acqua sotto la permanente altezza SB, e sia BM l'altezza dell'acqua nella sezione B. Bisognerà trovare l'altezze delle rimanenti sezioni T, V, X. Coll'asse SX, si descriva la semiparabola SCE, e si prolunghi MB in A, sarà BA semiordinata all'asse, supponendosi ad essa perpendicolare; ed a T, V, X si pongano le altre semiordinate TC, VD, XE; e si facciano i rettangoli ABM, CTF, DVG, EXH eguali, ovvero che è lo stesso, si faccia come CT ad AB, così BM, a TF, e come DV a CT, così TF, a VG ec. Dico TF, VG, ec. essere le altezze delle sezioni ricercate.

Imperocchè essendosi descritta la parabola intorno all'asse SX lunghezza del canale, e le velocità essendo in sudduplicata proporzione dell'altezze, sarà BA velocità della sezione B, TC velocità della sezione T ec. e sono queste per la costruzione, reciproche all'altezze delle sezioni BM, TF; adunque le quantità dell'acque che passano per esse, saranno eguali. Similmente si dimostrerà VG, XH essere altezze, sotto le quali passa l'acqua, che prima passò per BM; adunque stando ferma la stessa larghezza del canale, le altezze ricercate saranno TF, VG. Il che ec.

Scolio I. Bisogna distinguere il canale perpendicolare dal cadente, essendochè l'acqua del cadente appoco appoco si raccoglie secondo l'accrescimento della velocità, intorno all'asse tirato per lo centro della gravità della sezione perpendicolare all'orizzonte; ma ne' canali perpendicolari l'acqua corrente si debbe intendere, essere sempre attaccata al piano, o al fondo del canale, il che naturalmente segue per essere fra loro le parti dell'acqua collegate, ed ancora questo si può fare artificiosamente, sforzando l'acqua a scorrere per un canale perpendicolare, contenuto da tre piani, de' quali due sieno i lati del canale, ed il terzo il fondo; e dalla superficie curva, la cui genitrice sia la linea MFSH, della quale si favellerà nel primo seguente corollario.

Scolio II. Se in vece d'un vaso, o conserva si sostituisca un canale

orizzontale, dal quale escendo l'acqua debba scorrere per un canale orizzontale applicato, quasi questo stesso ne segue; anzi, ritrovandosi per la 5. proposizione, la prima sezione d'un canale perpendicolare da una nota altezza nell'orizzontale; si potrà ancora applicare un tubo perpendicolare ad un canale orizzontale, cui tutto riempia subito l'acqua corrente.

Corol. i. Dalle cose dimostrate apparisce, che i punti M, F, G, H sono in una iperboloide curva, un asintoto della quale è XS, e le ordinate alla medesima BM, TF ec. sieno in reciproca sudduplicata proporzione di ST, ad SB; laonde se a tutti i punti del canale SX, si applichino le semiordinate all'asse della parabola, e si facciano eguali i rettangoli fatti dalle semiordinate all'asse della parabola, e dall'ordinate all'asintoto fra loro corrispondenti; gli estremi punti delle semiordinate all'asintoto, disegneranno la detta iperboloide, secondo la piega della quale si disporrà, nel flusso la superficie dell'acqua. E questa iperboloide sarà la seconda in ordine, cominciando dall'iperbole comune, in cui l'ascisse dal centro stanno reciprocamente, come l'ordinate all'asintoto in semplice proporzione; in questa poi reciprocamente, come l'ordinate all'asintoto in doppia proporzione.

Corol. ii. Quel che si è dimostrato in un canale perpendicolare, vale ancora in un inclinato, se la velocità della superficie, e del fondo, sembri al senso eguale a causa della grandissima distanza dal principio, o per la grand'inclinazione, ovvero per piccola altezza delle sezioni proporzionalmente all'inclinazione, o causa degl'impedimenti pareggianti tra loro le velocità, come nel corollario, e scolio della proposizione 5. lib. 2. abbiamo notato. Imperocchè la superficie dell'acqua sarà la stessa, che la descritta, il frusto della qual solidità sarà cilindro, ed avrà la base contenuta da tre rette linee (cioè dalla lunghezza del canale tra le due sezioni, e dall'una, e l'altra perpendicolare delle prese sezioni) e dalla detta iperboloide. Del restante se si considera tutta la figura dell'acqua corrente, sarà la base di questa un trilineo infinito, cioè lo spazio fra l'asintoto, e l'iperboloide, e l'altezza della prima sezione; l'altezza poi sarà la stessa larghezza del canale. La qual figura dell'acqua sempre più s'alzerà, quanto maggiore sarà la proporzione delle velocità della superficie del fondo.

Corol. iii. Nella stessa supposizione, se le ripe dello stesso canale perpendicolari al fondo si proseguissero secondo la centinatura della predetta iperboloide; di maniera, che il punto S fosse centro comune di due iperboloidi, e insieme principio d'un canale, e se si tirasse l'asintoto pel mezzo dello stesso canale, di maniera, che fosse comune all'una, e all'altra iperboloide; ed IM fosse la larghezza della

prima sezione; sarebbero le altezze di tutte le sezioni eguali, essendochè le sezioni di eguale altezza sono fra loro come le larghezze; ma le larghezze BM, TF, o le loro duple IM, OF sono in reciproca sudduplicata proporzione delle linee ST, SB, e nella stessa sudduplicata proporzione sono le velocità; adunque essendo le sezioni reciproche alle velocità, passerà per esse eguale quantità d' acqua, e conseguentemente se alcuno volesse nel predetto caso ritenere in tutti i luoghi delle sezioni la stessa altezza del canale, bisognerebbe che prolungasse le ripe del canale secondo la detta iperboloide.

Scolio III. Per la qual cosa essendo nulla la velocità nel punto S, è manifesto l' altro asintoto essere SL, essendochè i rettangoli fatti dalle linee delle velocità, e dell' altezze, ovvero delle larghezze del canale, debbano essere eguali, ed essendo nulla la linea della velocità nel punto S, ne segue, che l' altezza, ovvero la larghezza della sezione S (supposto, che possa scorrere la quantità medesima d' acqua per S con niuna velocità, e per B con una determinata velocità) debba essere infinita, ed in conseguenza, che mai in alcun luogo non concorrerà coll' iperboloide: lo che però non può essere, perchè dal principio del canale, che è un sol punto, non può sgorgare alcuna quantità d' acqua onde si schiva un' infinita altezza di sezione.

Corol. IV. Dalle sopraddette cose chiaramente si vede, che se le larghezze delle sezioni ne' canali inclinati ec. sieno eguali, saranno le altezze delle medesime fra loro in reciproca sudduplicata proporzione delle distanze dal principio dell' alveo; ma se le altezze si suppongano eguali, le larghezze saranno nella stessa proporzione.

Corol. V. Similmente le altezze delle sezioni in un canale inclinato perpendicolare, saranno proporzionali all' altezze delle sezioni nell' altro canale in qualsivoglia modo inclinato, o perpendicolare, se si paragonino fra loro le simili sezioni, ed eguale sia da pertutto la larghezza dell' uno, e dell' altro canale.

Corol. VI. Di qui è, che se lo stesso canale più, o meno sia inclinato, le altezze delle date sezioni saranno fra loro proporzionali in qualsivoglia inclinazione.

PROPOSIZIONE IX.

Data una sezione di qualche cadente perpendicolare, e la distanza dal suo principio, ritrovare le rimanenti sezioni del medesimo.

Sia la cadente proposta (*fig* 47.) IQHM, l' asse della quale sia SX perpendicolare all' orizzonte, ed il principio S, e la data sezione quella, che ha il diametro IM, bisogna ritrovare le rimanenti sezioni I, V, X, ec. Coll' asse SX si descriva la semiparabola SAE, e si facciano le altre cose, come nella superiore proposizione; ma come CT ad

AB, così si faccia il quadrato IM al quadrato OF, o il quadrato BM al quadrato TF; e come DV a CT, così il quadrato TF, al quadrato VG; e nel medesimo modo si trovi XH, ec. Dico BM, TF, VG, XH, essere semidiametri delle sezioni B, T, V, X.

Imperocchè, per gli scolj seguenti, tutte le sezioni paralelle di qualche cadente sono fra loro simili, saranno dunque fra loro come i quadrati de' semidiametri dal centro. Laonde come il quadrato BM, al quadrato TF, così la sezione IM, alla sezione OF; ma come il quadrato BM, al quadrato TF, così reciprocamente la velocità CT, alla velocità AB; adunque come la sezione IM, alla sezione OF, così la velocità CT della sezione OF, alla velocità AB, della sezione IM; scorrerà dunque la stessa acqua per la sezione IM, che per la sezione OF. E nello stesso modo si dimostrerà per le sezioni PG, QH, ec. scorrere la stessa quantità d'acqua, e in conseguenza le sezioni PG, QH essere le sezioni della cadente ricercate.

Scolio I. Benchè la cadente perpendicolare di sua natura dovesse aver la forma di corpo conico, la base del quale sia la prima sezione, di qualunque figura ella si fosse, e la cima il centro comune di tutti i gravi, il quale contuttociò in gran distanza insensibilmente differirebbe dal cilindro; nondimeno, perchè per l'accrescimento della velocità, le gocciole dell'acqua, dentro la solidità del cilindrico, scambievolmente si dovrebbero separare stante la pressione esterna dell' aria, e concorrendo ancora l'attaccamento, che chiamano viscosità, il cilindrico verrà premuto verso la linea perpendicolare, che è asse di esso, in maniera, che si fa un altro corpo conoidale di sua natura infinito, che per altro degenererebbe (essendo arrivato il moto all' equabilità, e perseverando la medesima velocità) in cilindrico, col suo asse direttamente indirizzato al centro de' gravi. E questo è vero, rimossa quella resistenza dell'aria inferiore, che fà che comunicato alla cadente grand' impeto, o più presto, o più tardi, secondo il suo maggiore, o minor diametro, si disperga, primieramente in parti minori, dipoi ancora in una tenuissima rugiada. Noi però discorrendo del cadente, rimoviamo questo ultimo impedimento, ritenendo il concorso dell'acqua intorno al suo asse, come se si facesse un vaso tale, che avesse l' orifizio superiore congruente alla prima sezione del cadente, e accomodato intorno all' asse della stessa cadente; noi intendiamo di ricercare in questo vaso, quelle sezioni, che l' acqua cadente, cioè corrente con tutta la velocità, che alla sua caduta si richiede, senza eccesso, o mancanza empia per l'appunto. Supposto questo dimostrerò, che l'acqua talmente scorre giù intorno all' asse, che quella proporzione, che ha la distanza d'un punto nella circonferenza della sezione, dal punto dentro essa, che è toccato dall' asse, alla distanza d' un altro punto, dallo stesso punto dell' asse,

la medesima l'avrà in qualunque sezione inferiore la distanza dell'acqua ad essa corrispondente dall' asse, alla distanza dell' acqua corrispondente al secondo punto dal medesimo asse. v. g. Sia il punto A (*fig.* 48.) al quale termina l'asse, ed i punti C, D nella circonferenza della luce GDHC, l'asse AB; e l'acqua discenda da C in E, e da D in F, e sieno FB, FE nello stesso piano orizzontale; dico che DA, ad AC, starà come EB, BE. Imperocchè discendendo tutta l'acqua della linea AC, discende in BE, bisogna che AC, a BE abbia la medesima proporzione, che la velocità in B, alla velocità in A; finalmente perchè l'acqua che sta nella linea DA, discende in FB, sarà ancora come DA ad FB, così la velocità in B, alla velocità in A. Sarà dunque come AC a BE, così AD, ad FB, e permutando come AC ad AD, così BE ad FB.

Dimostrato questo, dimostrerò ancora, che il lume GDHC sarà simile alla sezione IFKE. Imperocchè, strisciando giù per l'asse AB, l'acqua che passa da AC in BE, saranno AC, AB, BE nel medesimo piano, discendendo AC sempre a se paralella nel medesimo piano verticale; laonde essendo la luce, e la sezione orizzontale, saranno AC, BE, comuni sezioni de' piani orizzontali (e in conseguenza paralelli) col verticale, fra loro paralelle; per la medesima ragione saranno paralelle GA, BI, DA, FB, ec.: laonde gli angoli GAC, IBE saranno eguali; ma sono come si è dimostrato GA, AC proporzionali alle rette IB, BE; adunque i triangoli GAC, IBE saranno simili. Per la stessa ragione GAD, IBF, ec. si mostreranno simili, e in conseguenza il poligono GDHC sarà simile, e similmente posto al poligono IFKE; laonde il poligono GDHC, al poligono IFKE sarà in sudduplicata proporzione de' lati omologhi, come prendemmo nella antedetta proposizione.

Scolio II. Il punto A è centro di gravità della luce GDHC, e il punto B centro di gravità della sezione IFKE; essendochè l'uno, e l'altro discendano verso 'l centro della terra, è necessario che discendano in maniera, che i centri di gravità sieno nella linea tendente al centro de' gravi, laonde l'asse del cadente sarà la linea, che pel centro di gravità della luce, si tira al centro de' gravi. Adunque essendo in molte figure il centro della gravità, e della grandezza il medesimo, in questa è evidente, l'asse della cadente passare pel centro delle figure, come nel cerchio, ellisse, parallelogrammo ec. se di tal figura sarà la luce, o prima sezione.

Scolio III. Laonde se qualsivoglia canale cadente sia segato da' piani paralelli a qualche sezione, si faranno tutte le sezioni fra loro simili, e similmente poste, e quando sarà arrivata la velocità del cadente all' equabilità, saranno anco fra loro eguali.

Corol. I. Dalla dimostrazione della proposizione ne segue, che la

linea curva (*fig.* 47.) che congiugne i punti MFGH, è una delle iperboloidi infinite, cioè nella quale l' ordinate all' asintoto sono fra loro in proporzione reciproca subquadruplicata dell' ascisse dal centro; imperocchè, essendo come il quadrato BM, al quadrato TF, così CT ad AB, sarà la proporzione della linea BM a TF, sudduplicata della proporzione di CT, ad AB; ma la proporzione di CT ad AB, è sudduplicata di ST a SB; adunque BM, a TF è in sudduplicata proporzione di ST a SB, cioè in proporzione quadruplicata dell' ascisse dal centro BM, TF; cioè di quella che hanno le ordinatamente applicate ad essa BM, TF reciprocamente. Adunque questa iperboloide sarà la quarta in ordine, cominciando da quella, che si ricava dal cono, come accenammo nel coroll. I. dell' antecedente proposizione.

Corol. II. Di qui nasce SX essere asintoto, ed S centro della predetta iperboloide, pel quale, se si tira la retta ST ad angoli retti all' asintoto, questa sarà l' altro asintoto; imperocchè non essendo in S alcuna velocità, ne segue che l' altezza della sezione S sarà infinita, e conseguentemente continuata la stessa iperboloide, mai in alcun luogo non la toccherà.

Corol. III. Adunque ne' numeri, se come SB ad ST, così si faccia un quadratoquadrato TF ad un altro, sarà la sua radice quadratoquadrata la distanza dell' estrema acqua dall' asse della cadente; ovvero la distanza della cadente dal centro di gravità della sezione, e lo stesso accaderà, se si pigli l' intero diametro OF, in cambio di TF; imperocchè si troveranno i diametri analoghi delle sezioni, e continuando la proporzione, si troveranno consimili tutte le distanze, ovvero i diametri.

Corol. IV. Se la luce IM sia circolare, dalla rivoluzione della figura BMHX, intorno allo stabile asse BX, si descriverà il solido della cadente, e il vaso che possa contenerla per l' appunto.

Corol. V. Se la luce non sia circolare, ma almeno d' una tal figura, che tutte le linee tirate per lo centro di gravità sieno divise pel mezzo, come le ellissi, i parallelogrammi ec., i diametri trasversi delle iperboloidi opposte, saranno eguali; ma se saranno ineguali le linee tirate dal centro di gravità alla circonferenza della luce, come nel triangolo equilatero ec., il centro di tutte le iperboloidi sarà lo stesso, cioè la sublimità della cadente, ma i diametri trasversali, ineguali; come sarà noto a chi è versato nelle coniche sezioni.

Corol. VI. Adunque data la proporzione di due sezioni, e la distanza tra l' una, e l' altra, si potrà ritrovare l' altezza della cadente, come se si dia la proporzione della sezione IM, alla sezione OF, e la distanza BT; basta applicare all' asse TB, le perpendicolari BA, TC, le quali stiano fra loro reciprocamente, come le sezioni, e descrivere la parabola pe' punti C, A, intorno all' asse BT, prolungato

in S, sarà S suo vertice, e insieme centro della predetta iperboloide, e principio della cadente. Il che ancora vale proporzionalmente nel caso dell'antecedente proposizione, come ancora molte cose ivi notate, qui proporzionalmente si debbono riferire.

PROPOSIZIONE X.

Nella data sezione del canale inclinato, per cui la velocità dell'acqua corrente sia ritardata, ritrovare la proporzione che ha la media velocità intera, alla media velocità ritardata.

Sia il canale inclinato (*fig.* 49.) AB nel quale sia la sezione B, coll'altezza BE, e sia ritardata la velocità da A in B, bisogna trovare la proporzione che ha la media intera velocità della sezione BE, alla velocità media ritardata della medesima sezione BE. Si serri la sezione B sopra BE, v. g. si lasci andar giù la cateratta KE, di maniera, che la sua parte inferiore E, combagi colla superficie dell' acqua, e ritardata da vantaggio la velocità della sezione BE, secondo il senso della quarta proposizione del lib. 4. si osservi a quanta altezza si alzi l' acqua, e sia BM, e la permanente superficie HI.

Perciocchè sotto l' altezza BM passa la medesima quantità d'acqua per la sezione BE, che prima passava per la maggiore, avanti d'avere ritardata la velocità; restituita la medesima, sarà la velocità media l' istessa di prima; adunque descritta la parabola BIQ intorno all' asse BI, sarà BEPQ il complesso delle velocità della perpendicolare BE, di cui si trovi la velocità media BD; e sarà tanto il complesso, quanto la velocità media dell' acqua, che passa per BE, con velocità ritardata. Similmente intorno all' asse KB, si descriva la parabola KBC, paralella alla predetta, e prolungate l' EP, BD, si farà il complesso delle velocità BESC, dovuto all' intera velocità della perpendicolare BE, e di questa si trovi la media velocità BN; e perchè le parabole BIQ, BCK sono paralelle, saranno BN, BD proporzionali alle medie velocità; adunque come sta BN, a BD, così la media intera velocità della perpendicolare BE, alla velocità media ritardata della medesima perpendicolare. Il che ec.

Corol. I. Di qui è chiaro, che BD a DN sta come la velocità ritardata alla perduta, e al contrario BN a DN sta come l' intera velocità alla perduta.

Corol. II. Descritti dunque sopra BD, BN i rettangoli nell' altezza comune BF, cioè BR, BO, saranno questi i complessi delle velocità intere, e delle residue; laonde il complesso intero delle velocità al complesso residuo, avrà la porzione del rettangolo BO al rettangolo BR; cioè della velocità media intera BN alla residua, o retardata BD ec. e lo stesso si dica de' complessi delle velocità di tutta la sezione.

Corol. III. Dalle sopra esposte proposizioni, e dalla misura dell' acqua corrente colla residua velocità, ritrovata colla regola generale della proposizione ultima del lib. 4. facilmente sarà manifesta la misura dell' acqua, che potrebbe scorrere per la sezione, in caso, che non fosse ritardata la velocità, e similmente la misura dell' acqua non iscorsa, la quale per altro sarebbe potuta scorrere per la medesima sezione, rimossa la ritardazione, essendochè queste quantità sono proporzionali alle velocità medie predette, delle quali se ne sarà cognita una in qualche misura assoluta, e determinata, ancora le rimanenti si fanno manifeste nella medesima misura.

Scolio. Il ritardamento dell' acqua nella sezione serrata sopra alla superficie dell' acqua, si può avere in più modi, posto qualunque impedimento avanti alla sezione, il quale se ristrignerà la sezione, fatta l' elevazione dell' acqua, si dee rimuovere, e lasciare che di nuovo si fermi la superficie dell' acqua; imperocchè discenderà qualche poco con aver restituita la larghezza alla sezione, e se col lasciare andare la cateratta sotto la superficie dell' acqua, l' acqua sarà cresciuta fino alla permanente superficie, questa si dee un poco rialzare, tanto che ritorni nel primiero sito, e si debbe osservare l' altezza, alla quale si fermerà l' acqua, di nuovo discendendo.

PROPOSIZIONE XI.

Data la proporzione, che ha la velocità ritardata media, alla velocità intera media, e l' altezza che ha l' acqua correndo con velocità ritardata nella data sezione, ritrovare l' altezza nella medesima sezione, sotto la quale scorrerebbe la stessa acqua con velocità intera.

Sia la velocità residua all' intera, come (*fig.* 49.) BD a BN, e l' altezza dell' acqua corrente colla velocità media BD nella sezione B sia BE, bisogna ritrovare l' altezza, che farebbe la stessa acqua correndo coll' intera velocità nella medesima sezione.

Si faccia come BN, a BD, così BE ad un' altra v. g. BF; dico BF essere l' altezza ricercata. Imperocchè, essendo reciproche le altezze delle sezioni, e le velocità medie, e come le altezze delle sezioni, così le stesse sezioni, essendo della medesima larghezza, saranno le medie velocità reciproche alle sezioni; laonde la quantità dell' acqua che esce per la sezione B coll' altezza BE, e colla velocità BD media, sarà eguale alla quantità dell' acqua che esce per la stessa sezione B coll' altezza BF, e colla velocità BN; ma BN è la velocità intera, e BD la velocità ritardata; adunque per la sezione B coll' altezza BE, e colla velocità ritardata, passerà egual quantità d' acqua a quella, che può scorrere per la stessa sezione coll' altezza BF, e coll' intera

velocità. È dunque l'altezza BF quella, che farebbe l'acqua del canale AB correndo con intera velocità. Il che ec.

Corol. I. Lo stesso problema si scioglie, se si darà la proporzione dell'intera velocità, alla velocità perduta, ovvero della residua, alla perduta; essendochè da queste facilmente si raccoglie la proporzione della velocità residua, all'intera.

Corol. II. È chiaro ancora il converso del problema, cioè, se si desse per altro metodo l'altezza della sezione, quando l'acqua scorre con velocità ritardata, e l'altezza della sezione, quando la stessa acqua scorre con velocità intera, o almeno la proporzione delle medesime; si darebbe ancora la proporzione dell'intera velocità, e della ritardata.

LIBRO SESTO.

NEL QUALE SI PROPONE L'ARTIFIZIO, E IL FONDAMENTO DEL DISTRIBUIRE CON PROPORZIONE L'ACQUE PROVENIENTI DAGLI ACQUEDOTTI, DA' CANALI, E DALLE CONSERVE.

PROPOSIZIONE I.

In un canale orizzontale, che sempre seguiti colla medesima larghezza se gli si cresca l'acqua, l'altezza dell'acqua accresciuta, e quella non cresciuta in una sezione, è nella medesima proporzione, che è in tutte l'altre.

Sia il canale orizzontale (*fig.* 50.) AB, che abbia tutte le sezioni d'una larghezza medesima, e la sua superficie sia FE; la quale, per l'aggiunta di nuova acqua, s'intenda elevarsi fino in CD; dico che l'altezza AF dell'acqua non accresciuta, all'altezza dell'acqua accresciuta AC nella sezione A, ha la stessa proporzione, che l'altezza dell'acqua non cresciuta BE, all'altezza dell'accresciuta BD, nell'altra sezione B. Conciossiachè AB è canale orizzontale, sarà la superficie FE, pel coroll. 1. prop. 1. lib. 5. paralella al fondo AB; ma ancora la superficie CD per la stessa causa, è equidistante al fondo AB; adunque le tre rette BA, EF, DC saranno paralelle; ma sono ancora paralelle AC, BD; adunque come FC ad AF, così DE, ad EB: e componendo, come CA, ad AF, così DB a BE; e invertendo, come AF a CA, così BE a BD. Il che ec.

Scolio I. Se a un canale orizzontale sia applicato un canale inclinato, v. g. se al canale AB orizzontale, si applichi BI inclinato, la parte di esso GB non si considera, come canale orizzontale, ma come medio fra l'orizzontale, e l'inclinato; imperocchè facendosi H

principio del canale inclinato, l'acqua fra H, e B sarà premuta, e farà la superficie HB più bassa di HC, come altrove abbiamo dimostrato.

Scolio II. Perchè dunque è possibile ad un canale, che abbia il fondo orizzontale, applicarvene uno tanto poco inclinato, che il suo principio convenga colla prima altezza del canale, secondo il fondo del canale orizzontale, questo, naturalmente parlando, non sarà canale orizzontale, ma una cosa di mezzo fra l'orizzontale, e l'inclinato, essendochè il vero canale orizzontale non debba niente partecipare col canale di altro genere.

Scolio III. Di qui è, che se in vece del canale orizzontale non se ne sostituisca alcun altro, ma l'acqua liberamente possa scorrere; questa forma di canale, benchè abbia il fondo orizzontale posto, non ubbidisce però esattamente alle leggi de' canali orizzontali; poichè la cascata del predetto canale descrivendo una linea parabolica, per quel che è stato dimostrato dal sottilissimo Torricelli, è evidente, che l'acqua cadente prende infinite inclinazioni di canali, secondochè le figure di essa sono infinite tangenti; e però il canale che si tiene per orizzontale, ha comunicazione con infiniti canali inclinati, e in conseguenza partecipa spesse fiate, e successivamente le proprietà di tutti.

Scolio IV. Ma perchè quanto è minore l'inclinazione del canale applicato, tanto ancora è minore la differenza fra l'altezza nella prima sezione del canale inclinato, e l'altezza nell'orizzontale, di qui è, che in poca inclinazione d'un canale applicato si può fare insensibile la differenza dell'una e l'altra altezza, ed impercettibile ad ogni senso; e però ancora fisicamente si può pigliare come eguale, ed il canale impropriamente orizzontale, si può considerare come se veramente fosse tale.

Scolio V. Se un canale di questa sorte orizzontale abbia diversa larghezza, basta stringere talmente l'ultima sezione, che sia la minore di tutte l'altre, o almeno non minore della minima, acciocchè pel coroll. 2. prop. 5. lib. 5. sia dappertutto la medesima altezza.

PROPOSIZIONE II.

Sia per un lume fatto nella sponda d'un canale orizzontale, che sia da pertutto di eguale larghezza, si derivi dal canale dell'acqua; sotto al foro sarà premuta la superficie dell'acqua; ma se data sia la proporzione dell'acqua derivata a tutta l'acqua del canale, e si ristringa la sezione sotto il foro, di maniera, che come sta tutta l'acqua a quella che rimane nel canale, così stia la larghezza viva della sezione dirimpetto alla luce, o sopra la luce, alla simile larghezza

della sezione inferiore, sarà parimente la medesima altezza dell'acqua nell' una, e nell' altra sezione.

Sia il fondo del canale orizzontale (*fig.* 51.) ABCD, pel quale scorra l' acqua permanente nel medesimo stato, ed i suoi lati AC, BD siano paralelli; e pel foro GF si derivi qualsivoglia porzione d'acqua. Dico che la superficie dell' acqua sotto F s' abbasserà; ma se si ristringerà la sezione EF, di maniera, che come sta l' acqua che passa per AB, all'acqua che dee passare per la sezione EF, così stia la larghezza AB, alla larghezza HF; dico che tanto in AB, quanto in HF sarà la medesima altezza; e se da un altro foro IL, si derivi un' altra porzione d' acqua, e talmente si restringa la sezione ML, che come sta l' acqua AB, all' acqua per NL, così AB ad NL. Dico che tanto in AB, che in NL sarà la medesima altezza.

Imperocchè si tiri HO, paralella alla lunghezza del canale BD, che seghi AB in O. E perchè AB è eguale ad HF; sarà la proporzione di AB ad HF, la stessa che di AB ad OB; ma come AB ad HF, così l' acqua per AB, all' acqua per HF; adunque come AB ad OB, così l' acqua per AB, all' acqua per HF, ma come AB, ad OB, così l' acqua per AB, all' acqua per OB; adunque come l' acqua per AB, all' acqua per OB, così l' acqua per AB, all' acqua rimanente, e in conseguenza sarà l' acqua per OB eguale alla rimanente acqua, che debbe scorrere per la sezione HF; laonde, essendo le larghezze OB, HF eguali, saranno i complessi delle velocità d' una perpendicolare nella sezione OB, e d' una perpendicolare nella sezione HF eguali; e sono le dette perpendicolari, assi delle parabole (essendo che da queste si circonscrive il complesso delle naturali velocità) adunqne essendo le parabole eguali, ancora gli assi, o l' altezze delle sezioni OB, HF saranno eguali. Nello stesso modo si dimostrerà, che nella sezione NL verrà la medesima altezza d' acqua, che in AB; essendo dunque necessario, acciocchè nelle sezioni AB, EF sia la medesima altezza d' acqua, restringere la sezione inferiore EF, in HF; ne segue, che allargata la parte EH, e ancora l' altre sezioni inferiori, l' acqua scorrerà talmente, che la sua altezza sia minore dell' altezza della sezione HF ristretta, ovvero d' AB. Il che ec.

Corol. 1. Di qui ne segue, che se si debba derivare dell' acqua da un canale orizzontale, per molte luci fatte ne' lati del canale, se si ristringerà in maniera la sezione sotto all' infima luce, che tutta l' acqua del canale abbia quella proporzione alla rimanente nel canale dopo la distribuzione, che ha la larghezza del canale avanti la distribuzione, cioè sopra la luce superiore, alla larghezza della sezione ristretta sotto la luce inferiore, l' acqua sopra a questa sezione, sempre si conserverà nella medesima altezza, non ostante le escite multiplici da diversi fori, o sia il canale regolare, o irregolare; cioè o sieno tutte

le sezioni naturali egualmente larghe o nò, purchè le sezioni naturali non sieno minori respettivamente delle ristrette.

Corol. II. È chiaro ancora, che se nell' accrescimento dell' acqua si conservi la proporzione medesima, che ha l' acqua distribuita, a tutta avanti l' accrescimento, sarà orizzontale la superficie dell' acqua anche cresciuta, e in questo caso sarà ancora la medesima altezza d' acqua dappertutto, ma non sarà così, se sarà turbata la prima proporzione, essendochè il ristringimento del canale nella sezione inferiore dee essere proporzionato alla quantità dell' acqua residua.

PROPOSIZIONE III.

Se in un canale orizzontale sia talmente ristretta la sezione inferiore, che non ostante la distribuzione dell' acque, fatta per più fori aperti più su, le basi de' quali sieno nella medesima orizzontale, e la superficie dell' acqua sia pure orizzontale, sarà la proporzione dell' acque, che passano per diversi fori sempre la medesima, e la superficie dell' acqua sempre sarà orizzontale in qualunque accrescimento, o scemamento dell' acque nel canale.

Sia un canale orizzontale, il fondo del quale sia (*fig.* 52.) ABCD, e la larghezza viva BA, e la sua sponda FG, nella quale vi sieno i fori aperti per di sopra HK, LN, che abbiano le basi HI, LM, nella stessa orizzontale BC, e sia ristretta l' inferior sezione CD, v. g. in CE, di maniera, che la superficie dell' acqua sopra a CE sia orizzontale, v. g. OR; dico che quantunque si elevi la superficie dell' acqua in FG, ancora FG sarà orizzontale, e la proporzione che ha l' acqua per IP, all' acqua per QM, sarà la medesima di quella dell' acqua per HK, all' acqua per LN. Perchè è la medesima altezza d' acqua tanto nella sezione OA, quanto ne' fori PI, QM, sarà la quantità dell' acqua per OA, alla quantità dell' acqua per PI, come BA, ad HI; per la medesima ragione come BA ad LM, così la quantità per OA, alla quantità per QM, e come HI ad LM, così la quantità per PI, alla quantità per QM; e come BA a CE, così la quantità per OA, alla quantità per RE. Laonde, essendo l' acqua per OA, eguale all' acque PI, QM, RE insieme prese, sarà ancora la larghezza BA, eguale alle basi HI, LM, CE insieme prese. Si divida dunque ED nelle parti ES, SD eguali ad HI, LM, saranno VS, SX eguali a' fori PS, QM; essendochè sieno eguali le altezze VE, PH, ec.

S' intenda ora cresciuta l' acqua fino in FG, e chiusi i fori si supponga aperta tutta la sezione GD, perchè dunque BA, CD sono eguali, sarà l' altezza FB, eguale all' altezza CG, e la sezione FA, eguale alla sezione GD: si divida la sezione GD, colle linee EY, SP perpendicolari alla larghezza CD, di maniera che sieno come tre

sezioni GE, YS, TD; sarà YS eguale a KH, e TD eguale a LN; e come CD, ovvero AB a CE, ES, SD, così tutta l'acqua, ovvero l'acqua per GD, all'acque per GE, per YS, per TD; s'intenda a un tratto ristretta la sezione CD, in GE, e aperti i fori KH, NL, e perchè KH è eguale a YS, e LN è eguale a TD, e l'altezza è la medesima, sarà l'acqua per KH, eguale all'acqua che passava prima per YS; e all'acqua che passava prima per TD, è eguale l'acqua per NL; adunque tant'acqua escirà per le sezioni GE, KH, NL, quanta prima n'esciva per la sezione GD; laonde rimarrà la medesima superficie d'acqua; ma questa prima era orizzontale, adunque sarà ancora dopo orizzontale. Stando adunque ferme l'altezze eguali IK, MN, sarà l'acqua per KH, all'acqua per NL, come HI ad LM, ma come HI ad LM, così l'acqua per PI, all'acqua per QM; adunque come l'acqua per KH, all'acqua per NL, così l'acqua per PI, all'acqua per QM. Il che ec.

LEMMA.

Se per GE, LN, KH passi eguale quantità d'acqua, che per FA: dico che la superficie dell'acqua non si muterà.

Imperocchè se si mutasse, o alzerebbe, o s'abbasserebbe; il primo non può seguire, essendochè l'alzamento dell'acqua, o suppone l'accrescimento, che è contra il supposto, ovvero minore escita che entrata, il che pure è contra il supposto; similmente nè anco il secondo seguirà; perchè l'abbassamento della superficie, o suppone lo scemamento dell'acqua, o il maggiore esito, che ingresso; e l'uno, e l'altro parimente è contra il supposto. Di più nè meno può abbassarsi, v. g. in GE, nè alzarsi in LN, poichè essendo tutte le cose eguali, non v'è ragione alcuna, perchè si abbia ad innalzare o abbassare più quì, che là. Se dunque la superficie dell'acqua non s'alza, nè s'abbassa, è necessario, che si mantenga la medesima.

Scolio. È contuttociò vero, che in fatti passa qualche poco d'acqua più per la sezione GD, che per le tre sezioni GE, LN, KH, imperocchè vien meno diminuita la velocità dal contatto, e confricazione delle sponde, e del fondo, nell'intera sezione FA, o GD, che nelle sezioni GE, LN, HK, il che quantunque astrattamente non sia considerato, debbe osservarsi praticamente: ma però in questo caso la superficie dell'acqua si solleverà un poco da pertutto egualmente, e la distribuzione si farà proporzionalmente, se non che l'impedimento della confricazione è maggiore ne' fori minori, che ne' maggiori, al quale inconveniente si può rimediare, per consiglio del famosissimo abate Castelli, se sieno tutti i fori eguali, e simili (noi ci aggiungiamo ancora nella medesima orizzontale) e se si faccia la distribuzione con assegnare più fori nella data proporzione.

Corol. Se dunque da un canale orizzontale si debba cavare dell'acqua, e tutta distribuirla secondo la data proporzione, basta nella sezione artificiale dividere la data altezza viva nella medesima proporzione; v. g. se tutta l'acqua che passa per la sezione artificiale d'un canale orizzontale, che abbia la larghezza viva AB, si debba distribuire, e dividere in maniera, che di quelle parti, che Tizio n'ha una, Sempronio n'abbia 3. Mevio 5. Cajo 7. Lucio 8. Annio 6. e la rimanente parte dell'acqua, che dee scorrere pel canale sia 60. si pigli tutta la somma, cioè 90. e si divida AB in altrettante parti delle quali 60. si lascino alla larghezza della sezione CE sotto le luci, per le quali si dee fare la distribuzione, e aperte le luci più su, si costituiscano colla base combaciante al fondo del canale; la base delle quali per Tizio sia 1. per Sempronio 3. e così degli altri, e così in questa maniera, essendo l'acque proporzionali alle larghezze, ovvero alle basi delle luci in qualunque altezza, e le basi fra loro nella data proporzione, saranno ancora l'acque fra loro nella data proporzione, tanto tutta, che la rimanente, che quella che si cava da' fori fatti; essendo che sopra i fori, che distribuiscono l'acqua, si conservi sempre la medesima altezza d'acqua, come è stato dimostrato.

Scolio II. Per fuggire tutti gli scrupoli giova applicare a tutte le luci, canali orizzontali di conveniente lunghezza, cioè tanta, che possa rimuovere il dubbio del mescolamento in esse luci col canale inclinato. E per supplire per quanto si può l'eccesso dell'acqua che passa per le maggiori luci, a questi si applichi un canale più lungo, acciocchè al flusso dell'acqua si aggiunga maggiore impedimento, e così provvedere alla superflua quantità dell'acqua; o si dee adoperare l'artificio Castelliano di sopra esposto, secondo che l'occasione ci insegnerà essere o l'uno o l'altro più a proposito.

PROPOSIZIONE IV.

Se da un canale orizzontale di eguale larghezza si distribuisca dell'acqua per più luci rettangole, e fatte nella sponda del canale egualmente alte sotto la superficie dell'acqua; e nella sezione posta dopo le predette luci (cioè presa nella parte inferiore del canale dopo le luci) si pongano nel medesimo piano orizzontale, dove sono le basi delle luci, impedimenti eguali, simili, e similmente posti a tutte le luci de' fori. L'acqua fino all'inferior sezione si conserverà colla superficie nella medesima linea orizzontale; e in qualunque aumento d'acqua, l'acque derivate avranno la medesima proporzione.

Sia il canale orizzontale, il fondo del quale (*fig.* 53.) BADC sia da pertutto d'eguale larghezza; e la sponda FC, nella quale sieno

fatte le luci rettangole PI, QM, colle basi HI, LM nella medesima orizzontale v. g. nel fondo del canale; e nella sezione GD nella linea CD, si piglino le linee SD, SE eguali alle basi delle luci HI, LM, e si alzino le perpendicolari VE, DX eguali all'altezze PHQL; e si compisca il rettangolo VD, di maniera che SX sia eguale a PI, e VS eguale a QM. Dico che se VD si concepisca come impedimento; aperte le luci PI, QM, l'acqua della superficie verrà orizzontale, e che l'acqua per PI all'acqua per QM in qualunque altezza sarà nella medesima proporzione. Imperocchè essendo il canale BADC da per tutto di eguale larghezza, sarà la superficie v. g. OR paralella al fondo BC, siccome RZ paralella a CD; laonde OB, KH, LN, RC, YE, DZ saranno eguali essendo tutte fra loro paralelle; adunque levate l'eguali PH, LQ, EV, DX, rimarranno KP, NQ, YV, ZX eguali, e però le sezioni VS, SX, PI, QM, avranno sopra di se la medesima altezza d'acqua, ed essendo le sezioni simili, ed eguali, conseguentemente le loro velocità medie saranno eguali, essendo la velocità media di ciascuna, quella che è perpendicolare v. g. VE sotto l'altezza YE; laonde le quantità dell'acque saranno fra loro come le larghezze; ma SD è eguale ad HI, ed ES è eguale ad LM; adunque l'acqua per SX, sarà eguale all'acqua per PI, e l'acqua per VS, è eguale all'acqua per QM; adunque posto l'impedimento VD, e insieme aperte le luci PI, QM, tant'acqua scorrerà per la sezione rimanente RZXVEC, e per le luci PI, QM, quanta prima n'era passata per l'intera sezione GD, ovvero quanta ne passa per FA; adunque pel lemma antecedente, non si muterà la superficie dell'acqua, ma sarà la medesima OR. Similmente si dimostrerà cresciuta l'altezza in FG in un libero canale senza luci, e di nuovo posto l'impedimento medesimo VD, e aperti i fori, non mutarsi la superficie orizzontale FG. Sicchè essendo la superficie FG egualmente elevata sopra a tutti i fori, saranno le velocità medie di tutti, eguali; e però le quantità dell'acqua in qualunque elevazione, ovvero in qualunque stato d'acqua, saranno fra loro come i fori; ed essendo questi egualmente alti, saranno le quantità dell'acqua fra loro, come la larghezza delle luci, o de' fori in qualunque altezza di canale ec.

Scolio I. Di quì è manifesta la regola di distribuire l'acque, mediante la distribuzione da' canali orizzontali per gli fori nascosi sotto acqua, ed in maniera, che sempre si conservi in qualunque altezza d'acqua la medesima proporzione; imperciocchè se la sezione sotto i fori, la larghezza della quale sia eguale alla larghezza viva della sezione sopra i fori, s'impedisca con un impedimento, la superficie del quale opposta al corso dell'acqua sia rettangola, e colla base combaci colla larghezza della sezione v. g. CABD, (*fig.* 54.) la cui base AB, o si divida colle linee EF, GH ec. in una data proporzione; e

si facciano i fori nelle sponde eguali, simili, e similmente posti a' rettangoli AF, FG ec. e colla sua base, che convengano col fondo del canale; questi distribuiranno l'acqua nella data proporzione, come si è dimostrato. O poste le basi de' fori combacianti il fondo del canale e fatta l'altezza di tutti eguale, ma la larghezza secondo la desiderata proporzione; da tutte queste cose messe insieme si potrà comporre l'area dell'impedimento da apporsi al corso dell'acqua nella sezione sotto a' fori.

Scolio II. La medesima dimostrazione vale, se le luci sieno d'altra figura, che rettangoli, e sotto diversa altezza, se si appongano a tutti nella sezione impedimenti simili, eguali, ed egualmente posti, di maniera che impediscano tanto d'acqua, quanta ne dee passare per la luce a se corrispondente. Noi dimostrammo la proporzione secondo la pratica più facile, da mettersi in opera senza alcuna fatica.

Scolio III. Simile è la ragione di distribuire l'acqua d'un lago, palude, conserva ec. se non che, non v'è bisogno d'alcuno impedimento, essendochè in questa sorte di ricettacoli d'acque, la superficie dell'acqua è sempre nella medesima orizzontale, onde è chiaro, che se le basi delle luci si costituiscano nella medesima orizzontale, e tutte sieno alla medesima altezza, le proporzioni dell'acqua sono fra loro come le larghezze delle luci, e che però è facilissima questa distribuzione d'acque, in quel modo appunto, chi si è detto di sopra della derivazione da' canali orizzontali.

Scolio IV. Da quanto si è dimostrato, si può chiaramente vedere, la distribuzione dell'acqua che si fa per pollici, once, quinarie ec. non essere permanente, se non si fa la distribuzione in luogo, dove sempre si mantenga la stessa superficie d'acqua, non alterabile in verun modo, lo che di rado, o non mai accaderà; essendo, che se questa può alzarsi, o abbassarsi, è chiaro, se v. g. una quinaria, come appresso gli antichi; si prenda nella misura determinata, e assoluta in ordine all'area della luce, questa quinaria essere sempre la medesima, ma che la quantità dell'acqua sarà ora maggiore, ora minore. Ma se la quinaria si prenda in una misura determinata non in ordine all'area della luce, ma in ordine ad una quantità certa d'acqua, che passa per una luce in un dato tempo, questa quinaria, ora più, ora meno della medesima luce diffonde, secondo la maggiore, o minore altezza dell'acqua sopra i centri della velocità delle luci. Ed è cosa molto difficile ritenere sempre in una conserva la medesima superficie, per emissari, o diversioni che abbiano il fondo nel piano della superficie, che pretendiamo mantenere permanente nell'acqua; imperocchè essendo necessario, pel vario accrescimento d'acqua, che l'acqua sopra il detto fondo scorra con varia altezza, ed essendo questa regola quella, secondo la quale si dispone la superficie

dell'acqua nella conserva; conseguentemente ancora sarà varia la superficie dell'acqua, secondo il vario accrescimento d'acqua; di maniera che, almeno secondo me, è difficilissimo, se non impossibile, ritenere sempre con macchina stabile la medesima superficie d'acqua.

Scolio v. Similmente dalle cose dette pare, che si possa concludere, che se ne' canali inclinati si dia qualche artificio, col quale si faccia, che non ostante l'escita per le luci fatte nelle sponde, la superficie dell'acqua sia paralella al fondo in qualunque altezza, si potrà fare la distribuzione del canale inclinato col metodo, che abbiamo adoperato nel canale orizzontale.

Scolio vi. Questo artifizio potrà essere, se il canale inclinato sia diviso, come in più canali orizzontali; come se il canale AB (*fig.* 55.) si divida in quattro canali orizzontali AF, CG, DH, EI; imperocchè l'acqua dopo la caduta perpendicolare FC, GD ec. quasi subito si dispone all'altezza, che richiede il corso sopra i fondi orizzontali CG, DH ec. in maniera, che si possano fare in luogo conveniente, nelle sponde del canale, le luci che distribuiscano acqua secondo la desiderata proporzione. Vi possono ancora essere altri artifici pel medesimo fine, come le diversioni laterali, nelle quali l'acqua, cessante il flusso orizzontalmente si livella, nelle sponde delle quali, si potranno disporre le luci distribuenti, come si è detto di sopra ec. ma questi, ed altri gli lasciamo da eleggere, o ritrovare secondo l'occasione al giudizio de' pratici.

Scolio vii. Siccome lasciamo l'applicazione di questa dottrina a' diversi casi che possono occorrere nella pratica, essendochè da tanti che fin qui se ne son detti ciascuno facilmente può raccorre una regola di applicare la nostra dottrina secondo, che comporterà la varietà, e l'esigenza delle condizioni.

AGGIUNTA.

Tavola degli spazj dovuti alle velocità.

Peravventura potrebbero sembrare imperfette, e quasi inutili queste nostre speculazioni idrometriche, che in questi sei libri abbiamo esposte, se nella proposizione 10. del libro 2. io non avessi dimostrata la maniera di determinare gli spazj, che l'acqua può scorrere con una data velocità in un dato tempo. Ma sarebbe mancato qualche cosa alla sua perfezione, se anco io avessi lasciato a carico del lettore il tedio di far l'esperienze, e i calcoli. Adunque, acciocchè per quanto permette la tenuità delle forze mie, e del mio ingegno, io non manchi mai alla pubblica utilità, determinai fin dal principio dell'opera, far l'uno, e l'altro, riducendo in una particolar tavola gli spazj dovuti alla velocità, determinando la velocità della sua cagione, cioè o dalla scesa, o dalla pressione, conciossiachè sufficientemente apparisce dalle cose fin qui dimostrate, che l'una e l'altra tornano tutt'una.

Vero è che ho indugiato fino ad ora a far ciò, sì perchè rifacendo molte fiate l'esperienza, avessi un fondamento più certo di questa tavola, sì perchè non si mettesse fuori questa tavola fatta con gran consumo di tempo, e di fatica, prima di averne veduta la sua utilità, e necessità.

Adesso adunque finalmente la diamo, mediante la quale facilmente si potrà calcolare la misura di qualsivoglia fiume, giusta la norma da noi dimostrata, consistendo nella moltiplicazione della sola area della sezione artificiale, ovvero del regolatore collo spazio dovuto alla velocità media, il quale a ciascun'oncia d'altezza, o di scesa perpendicolare, è dimostrato dalla tavola; talchè tutta la dottrina nostra dell'acque correnti si raggiri nell'uso di essa, e si racchiuda in essa come in compendio.

Del resto noi ci aggiungemmo il fondamento, l'uso, e l'applicazione della tavola, non solo per rendere, come si dee, ragione del fatto, ma anco per aprire colla dimostrazione, e co' precetti, e coll'esempio a' misuratori dell'acque una strada piana, e facile di misurar l'acque correnti, anzi per appianarla, e renderla loro libera da ogni ostacolo.

Tavola degli spazi dovuti alla velocità, giusta l' altezza, o scesa dell' acqua per un minuto d' ora.

Altezza dell' acqua a misura di piede bolognese.		*Spazio dovuto alla velocità a misura di piede bolognese.*		*Altezza dell' acqua a misura di piede bolognese.*		*Spazio dovuto alla velocità a misura di piede bolognese.*		*Altezza dell' acqua a misura di piede bolognese.*		*Spazio dovuto alla velocità a misura di piede bolognese.*	
Piedi.	Once	Piedi.	Once	Piedi.	Once	Piedi.	Once	Piedi.	Once	Piedi.	Once
	1	62	6	2	5	336	5	4	9	471	8
	2	88	4	2	6	342	2	4	10	475	10
	3	108	2	2	7	347	10	4	11	479	11
	4	124	11	2	8	353	5	5	0	483	11
	5	139	8	2	9	358	11	5	1	488	0
	6	153	0	2	10	364	4	5	2	491	11
	7	165	4	2	11	369	7	5	3	495	11
	8	176	8	3	0	374	10	5	4	499	10
	9	187	5	3	1	380	0	5	5	503	8
	10	197	7	3	2	385	2	5	6	507	7
	11	207	3	3	3	390	2	5	7	511	4
1	0	216	5	3	4	395	2	5	8	515	2
1	1	225	5	3	5	400	1	5	9	519	0
1	2	233	9	3	6	404	11	5	10	522	9
1	3	242	0	3	7	409	8	5	11	526	5
1	4	249	11	3	8	414	5	6	0	530	2
1	5	257	7	3	9	419	1	6	1	533	10
1	6	265	1	3	10	423	9	6	2	537	5
1	7	272	4	3	11	428	4	6	3	541	1
1	8	279	5	4	0	432	10	6	4	544	8
1	9	286	4	4	1	437	4	6	5	548	3
1	10	293	0	4	2	441	9	6	6	551	9
1	11	299	8	4	3	446	2	6	7	555	4
2	0	306	1	4	4	450	6	6	8	558	10
2	1	312	5	4	5	454	10	6	9	562	4
2	2	318	7	4	6	459	1	6	10	565	9
2	3	324	8	4	7	463	4	6	11	569	2
2	4	330	7	4	8	467	6	7	0	572	7

Altezza dell'acqua a misura di piede bolognese.		Spazio dovuto alla velocità a misura di piede bolognese.		Altezza dell'acqua a misura di piede bolognese.		Spazio dovuto alla velocità a misura di piede bolognese.		Altezza dell'acqua a misura di piede bolognese.		Spazio dovuto alla velocità a misura di piede bolognese.	
Piedi	Once	Piedi	Once	Piedi	Once	Piedi	Once	Piedi	Once	Piedi	Once
7	1	576	0	9	9	675	10	12	5	762	8
7	2	579	5	9	10	678	8	12	6	765	2
7	3	582	9	9	11	681	7	12	7	767	9
7	4	586	1	10	0	684	5	12	8	770	3
7	5	589	5	10	1	687	3	12	9	772	10
7	6	592	9	10	2	690	1	12	10	775	4
7	7	596	0	10	3	692	11	12	11	777	10
7	8	599	3	10	4	695	9	13	0	780	4
7	9	602	6	10	5	698	6	13	1	782	10
7	10	605	9	10	6	701	4	13	2	785	4
7	11	608	11	10	7	704	1	13	3	787	10
8	0	612	2	10	8	706	10	13	4	790	3
8	1	615	4	10	9	709	7	13	5	792	9
8	2	618	6	10	10	712	4	13	6	795	2
8	3	621	8	10	11	715	1	13	7	797	8
8	4	624	9	11	0	717	10	13	8	800	1
8	5	627	11	11	1	720	6	13	9	802	6
8	6	631	0	11	2	723	3	13	10	805	0
8	7	634	1	11	3	725	11	13	11	807	5
8	8	037	2	11	4	728	7	14	0	809	10
8	9	640	2	11	5	731	3	14	1	812	2
8	10	643	3	11	6	733	11	14	2	814	7
8	11	646	3	11	7	736	7	14	3	817	0
9	0	649	3	11	8	739	3	14	4	819	5
9	1	652	3	11	9	741	11	14	5	821	9
9	2	654	3	11	10	744	6	14	6	824	2
9	3	658	3	11	11	747	1	14	7	826	6
9	4	661	2	12	0	749	9	14	8	828	10
9	5	664	2	12	1	752	4	14	9	831	2
9	6	667	1	12	2	754	11	14	10	833	7
9	7	670	0	12	3	757	6	14	11	835	11
9	8	672	11	12	4	760	1	15	0	838	3

Altezza dell' acqua a misura di piede bolognese.		*Spazio dovuto alla velocità a misura di piede bolognese.*		*Altezza dell' acqua a misura di piede bolognese.*		*Spazio dovuto alla velocità a misura di piede bolognese.*		*Altezza dell' acqua a misura di piede bolognese.*		*Spazio dovuto alla velocità a misura di piede bolognese.*	
Piedi	Once	Piedi	Once	Piedi	Once	Piedi	Once	Piedi	Once	Piedi	Once
15	1	840	7	17	9	911	10	20	5	977	11
15	2	842	10	17	10	914	0	20	6	979	11
15	3	845	2	17	11	916	1	20	7	981	11
15	4	847	6	18	0	918	3	20	8	983	10
15	5	849	9	28	1	920	4	20	9	985	10
15	6	852	1	18	2	022	6	20	10	987	10
15	7	854	4	18	3	924	7	20	11	989	10
15	8	856	8	18	4	926	8	21	0	991	10
15	9	858	11	18	5	928	9	21	1	993	9
15	10	861	2	18	6	930	11	21	2	995	9
15	11	863	5	18	7	933	0	21	3	997	8
16	0	865	9	18	8	935	1	21	4	999	8
16	1	868	0	18	9	937	2	21	5	1001	7
16	2	870	3	18	10	939	2	21	6	1003	6
16	3	872	5	18	11	941	4	21	7	1005	6
16	4	874	8	19	0	943	5	21	8	1007	5
06	5	876	11	19	1	945	5	21	9	1009	4
16	6	879	2	19	2	947	6	21	10	1011	3
16	7	881	4	19	3	949	7	21	11	1013	3
16	8	883	7	19	4	951	7	22	0	1015	2
16	9	885	9	19	5	953	8	22	1	1017	1
16	10	888	0	19	6	955	9	22	2	1019	0
16	11	890	2	19	7	957	9	22	3	1020	11
17	0	892	4	19	8	959	9	22	4	1022	10
17	1	894	6	19	9	961	10	22	5	1024	8
17	1	896	9	19	10	963	16	22	6	1026	7
17	3	898	11	19	11	965	10	22	7	1028	6
17	4	901	1	20	0	967	11	22	8	1030	5
17	5	903	3	20	1	969	11	22	9	1032	4
17	6	905	5	20	2	971	11	22	10	1034	2
17	7	907	6	20	3	973	11	22	11	1036	1
17	8	909	8	20	4	975	11	3	0	1037	11

Altezza dell' acqua a misura di piede bolognese.		*Spazio dovuto alla velocità a misura di piede bolognese.*		*Altezza dell' acqua a misura di piede bolognese.*		*Spazio dovuto alla velocità a misura di piede bolognese.*		*Altezza dell' acqua a misura di piede bolognese.*		*Spazio dovuto alla velocità a misura di piede bolognese.*	
Piedi	Once	Piedi	Once	Piedi	Once	Piedi	Once	Piedi	Once	Piedi	Once
23	1	1039	10	25	5	1091	1	27	9	1140	1
23	2	1041	8	25	6	1092	10	27	10	1141	10
23	3	1043	7	25	7	1094	8	27	11	1143	3
23	4	1045	5	25	8	1096	6	28	0	1145	6
23	5	1047	4	25	9	1098	3	28	1	1146	11
23	6	1049	2	25	10	1100	0	28	2	1148	7
23	7	1051	0	25	11	1101	10	28	3	1150	4
23	8	1052	11	26	0	1103	7	28	4	1152	0
23	9	1054	9	26	1	1105	4	28	5	1153	9
23	10	1056	7	26	2	1107	1	28	6	1155	5
23	11	1058	5	26	3	1108	10	28	7	1157	1
24	0	1060	3	26	4	1110	7	28	8	1158	9
24	1	1062	1	26	5	1112	5	28	9	1160	6
24	2	1063	11	26	6	1114	2	28	10	1162	2
24	3	1065	9	26	7	1115	11	28	11	1163	10
24	4	1067	7	26	8	1117	8	29	0	1165	6
24	5	1069	5	26	9	1119	4	29	1	1167	2
24	6	1071	3	26	10	1121	1	29	2	1168	10
24	7	1073	1	26	11	1122	10	29	3	1170	6
24	8	1074	11	27	0	1124	7	29	4	1172	2
24	9	1076	9	27	1	1126	4	29	5	1173	10
24	10	1078	6	27	2	1128	1	29	6	1175	6
24	11	1080	4	27	3	1129	9	29	7	1177	2
25	0	1082	2	27	4	1131	6	29	8	1178	10
25	1	1083	11	27	5	1133	3	29	9	1180	6
25	2	1085	9	27	6	1134	11	29	10	1182	1
25	3	1087	6	27	7	1136	8	29	11	1183	9
25	4	1089	4	27	8	1138	5	30	0	1185	5

APPENDICE.

Il fondamento della sopraddetta tavola si ha nella prop. 10. lib. 2. di questo trattato, e dall' esperienza seguente, di cui quivi si fece menzione, e che mentre queste cose erano sotto il torchio, cioè il dì 7. del corrente Agosto, di nuovo si rifece coll' aiuto di molti miei amici, e favorendomi della sua presenza l' illustriss. sig. conte Girolamo Bentivoglio degnissimo senatore di questa Città.

Conciossiachè piena una conserva d'acqua vi si adattò una cannella, quale si descrisse nella prop. 1. del lib. 2. ma che avesse la luce quadra forata in una lametta di metallo, un lato della quale era un quarto d' oncia; ed era posta in tal maniera, che il lato inferiore, ovvero la base della luce fusse e orizzontale, e sommersa sotto la più alta superficie dell' acqua piedi tre, e once undici per l'appunto; sicchè al suo centro soprastassero piedi 3. e once 10. e sette ottavi d' acqua (confondo qui il centro della figura, col centro della velocità, essendo differenti insensibilmente.) (1) Fermate in tal guisa le cose, nel tempo di 65. vibrazioni, che nel mio orivolo a molla rispondevano a un minuto d' ora, l' acqua escita dalla suddetta luce, mantenuta sempre la medesima superficie dell' acqua, sbattuto il peso del vaso, fu lib. 32. once 10., e ripetuta otto volte questa esperienza, sempre senza alcuna variazione, escì la medesima quantità d' acqua. Dipoi pesammo l'acqua contenuta in un vaso di metallo, la cui interna cavità era cubica, e il lato era d' un' oncia per l' appunto; questa pesò in una esatta bilancia un' oncia, e grani 146. cioè grani 786.

Supposte queste cose, le seguenti si fanno manifeste pel calcolo. Divise libbre 32. once 10. d' acqua, cioè once 394., ovvero grani 252160. per 786. grani, peso d' un oncia cubica d' acqua, ne vengono 320. $\frac{320}{393}$ once cubiche d' acqua uscita nel detto tempo. Laonde questa acqua ridotta in un prisma retto, la cui base sia un oncia quadra, avrà di lunghezza, o altezza once 320. $\frac{320}{393}$ e per conseguenza se s' intenda ridotta in un prisma retto, la cui base sia $\frac{1}{4}$ d' oncia, sarà sedici volte più alto, poichè il quadrato d' $\frac{1}{4}$ d' oncia è subsestideculo del quadrato d' un' oncia. Adunque sarà l' altezza del secondo prisma once 5133. $\frac{11}{393}$ cioè piedi 427. once 9. $\frac{11}{393}$ che sarà la velocità

(1) La velocità che il Guglielmini ritrova colla esperienza qui notata, è molto mancante, ed è quasi la metà della competente all' altezza di piedi 4. once 10. $\frac{1}{8}$, come si disse nell'annot. allo scolio della prop. 1. del lib. 2. Quindi è, che anco la tavola calcolata dall' autore riesce mancante, e le velocità date da essa son molto minori del giusto. Si darà altrove una tavola esatta, calcolata sopra le più recenti, e precise osservazioni.

media, o lo spazio dovuto alla velocità dell' acqua sotto l' altezza di piedi 3. once 10. $\frac{7}{8}$. Se adunque si faccia come once 46. $\frac{7}{18}$ a once 47. così il quadrato d' once 5133. $\frac{11}{333}$, cioè 2634976. al quadrato 2641823 7. la sua radice d' once 5140. ovvero piedi 428. once 4. sarà lo spazio dovuto alla velocità sotto l' altezza dell' acqua once 47. ovvero piedi 3. once 11. Nel medesimo modo l' altre velocità per tutte l' altezze espresse nella tavola si trovarono per mezzo di questa sperienza.

Se uno non si fida di questa nostra osservazione, che è la radice di tutta la tavola, o dubiti esser diversa la prontezza, e la fluidità al moto di questa, o di quell' acqua, siccome è diverso il peso, potrà ripetere l' esperienze, e fare la tavola più esatta, e proporzionata a misurare la fluidità della sua acqua, in cui però schiferà il lungo tedio del calculare, e particolarmente in estrarre le radici quadrate, essendochè dalla nostra tavola possa ciascuno mutare per la sola regola delle proporzioni gli spazi dovuti alle velocità secondo la propria esperienza. A noi frattanto servirà l' avere accennato il modo, col quale si possono far manifesti questi spazi, e d' avere dalle nostre esperienze formatane la tavola, che noi non abbiamo tirata avanti oltre la profondità di piedi 30. perchè di rado i fiumi passano questa altezza, almeno nella nostra Europa; anzi se si debba aggiungere la sola velocità alla velocità del centro; potrà servire ne' canali orizzontali, e in quelli che sono ad essi somiglianti fino all' altezza di piedi 67. $\frac{1}{2}$ d' acqua.

L' uso adunque della tavola è questo. Ogni volta che si cerca lo spazio dovuto alla velocità, si trovi l' altezza dell' acqua nella colonna sinistra, e nella colonna addirimpetto si vedrà lo spazio che l' acqua scorrerà nello spazio d' un minuto d' ora, di cui uno si debbe servire, come sopra si disse in vari luoghi, e particolarmente nella regola generale.

E se non si trova l' altezza precisa dell' acqua senza errore sensibile, si debbe trovare la parte proporzionale competente all' eccesso, o al mancamento per la regola delle proporzioni, e deesi sommare, o sottrarre dal maggiore, o dal minore spazio trovato nella tavola, o di essa è minore, come si suol fare nella tavola de' seni, e in altre simili.

Per far manifesto tutto ciò coll' esempio, aggiungeremo tre di questi tali, che potranno essere in luogo di precetti, siccome gli distinguemmo in precetti: il primo in un canale inclinato: il secondo in un canale orizzontale, l' uno, e l' altro secondochè richieggono l' apportate dimostrazioni: e il terzo, secondo il metodo della regola generale, acciocchè in tutti i casi si vegga chiaro l' uso della tavola, e la nostra pratica di misurar l' acque.

ESEMPIO I.

Nel canale inclinato.

Sia il canale inclinato AB, (*fig.* 17.) la cui acqua si debba misurare nella sezione B, e sia l' altezza dell' acqua BC, dieci piedi, la larghezza della sezione piedi 50. e la velocità di B a C come 4. a 1.

I. Si trovi l' altezza dell' asse BD, cioè fatti i quadrati delle velocità 4. e 1. cioè 16. e 1. e trovata la loro differenza 15. si faccia come 15. al quadrato della minor velocità 1. così dieci a $\frac{2}{3}$; sarà DC $\frac{2}{3}$ di piede, ovvero once 8., e tutta la BD piedi dieci, once otto.

II. Si trovi il complesso delle velocità, cioè lo spazio parabolico BCHE, moltiplicando BD di piedi 10. e once 8., cioè once 128. con $\frac{2}{3}$ della velocità BE 4. (ovvero colla misura de' piedi, once 48.) cioè once 32., verrà il prodotto 4096.; similmente si moltiplichi $\frac{2}{3}$ della velocità CF di piedi 1. ovvero once 8. in DC once 8., e il prodotto 64. si sottragga da 4096.; sarà la differenza 4032. lo spazio parabolico BCHE.

III. Si trovi la velocità media KG, dividendo lo spazio BCHE 4032. per l' altezza BC di piedi 10. cioè once 120.; e il quoziente once 33. $\frac{3}{5}$, ovvero astrattamente piedi 2. e $\frac{4}{5}$, sarà la velocità media ricercata.

IV. Si trovi l' asse DK facendo come il quadrato della velocità massima BE 4. cioè 16. al quadrato della velocità media trovata ultimamente 2. $\frac{4}{5}$, cioè 7. $\frac{21}{25}$, così tutto l' asse BD di piedi 10. once 8. alla proporzione dell' asse DK di piedi 5. once 2. $\frac{18}{25}$; sarà K centro della velocità.

V. Si trovi KH (*fig.* 19.) altezza dell' acqua sopra il centro della velocità, o piuttosto la scesa perpendicolare del medesimo centro K, ovvero H, risolvendo il triangolo rettangolo KDH, in cui l' ipotenusa DH è piedi 5. once 2. $\frac{18}{25}$, e l' angolo dell' inclinazione DHK si suppone v. g. gradi 2., e ne verrà il lato ricercato KH piedi 5. once 2. $\frac{53261}{78125}$.

VI. Si vada alla tavola degli spazi posta sopra ec., e si trovi lo spazio dovuto alla velocità dell' altezza di piedi 5. once 2. $\frac{53261}{78125}$; e perchè per l' altezza di piedi 5. once 2. lo spazio è piedi 491. once 11. e per piedi 5. once 3. piedi 495. once 11. la differenza sarà piedi 4. e la parte proporzionale per $\frac{53261}{78125}$ sarà piedi 2. once 8. che aggiunti a piedi 491. once 11. saranno la somma di piedi 494. once 7. $\frac{56528}{78125}$, che sarà lo spazio dovuto alla velocità sotto l' altezza, o scesa di piedi 5. once 2. $\frac{53261}{78125}$.

VII. Si faccia l' area della sezione moltiplicando l' altezza di piedi 10. nella larghezza di piedi 50. che farà 500. piedi quadri.

VIII. Finalmente si multiplichi quest'area con piedi 494. once 7. $\frac{56528}{78125}$, e il prodotto 247321. sarà il numero de' piedi cubici dell'acqua, che passano per la data sezione in un minuto di tempo.

ESEMPIO II.

In un canale puramente orizzontale.

Il calcolo della misura dell'acque correnti in un canale puramente orizzontale è facilissimo, come quello che mostra pianamente l'invenzione del centro della velocità, e dell'altezza dell'acqua sopra esso, intorno alle quali due cose, come intorno a due poli, si raggira la misura dell'acque. Tuttavia per dar un esempio, e i precetti anco di questa misura, supporremo i seguenti dati.

Riferisce l'eruditissimo Gio. Botero nella relazione, che ei fa del mare, inserita ne' suoi opuscoli, cercando quanta acqua scarichi nel mar maggiore nello spazio d'un anno il Danubio, riferisce dico, che la sua massima larghezza s'estende a un miglio, o secondo la misura bolognese, a piedi 5000. e che la di profondità 8. o 10. braccia (ponghiamo secondo la medietà aritmetica braccia 9. che ridotte alla medesima misura son 15. piedi), e di velocità almeno tre miglia all'ora. Dal che conclude, che in un anno scarica in mare un prisma d'acqua, la cui base è l'area della sezione, e la larghezza 26352 miglia, ovvero se ponghiamo 9. braccia d'altezza, come sopra, corrispondente a piedi 15. sicchè l'area della sezione sia piedi 75000. perchè la lunghezza delle dette miglia 26352. è piedi 131760000. si troverà l'acqua d'un anno esser piedi cubici 9882000000000. Veggiamo adunque se il calcolo del Botero corrisponda al seguente, fatto giusta il nostro metodo dimostrato di sopra.

Supponghiamo, che il Danubio abbia la sua massima larghezza non lungi dal mare, e per conseguenza, per lo suo lunghissimo corso, in sito orizzontale, o quasi orizzontale; talchè la declività dell'alveo, se pur v'è, non impedisca, che e' non si possa pigliare orizzontale, e da' sopraddetti dati.

I. Si trovi il centro della velocità, pigliando cioè $\frac{2}{3}$ de' piedi 15. e saranno piedi 6. $\frac{2}{3}$, ovvero piedi 6. once 8. e altrettanto sarà sommerso il centro della velocità L (*fig.* 28.) sotto la superficie dell'acqua.

II. Si trovi nella tavola degli spazi, ec. all'altezza di piedi 6. once 8. lo spazio dovuto alla velocità, che sarà piedi 558. once 10.

III. Si faccia l'area della sezione multiplicando DE di piedi 5000. con DC di piedi 15. d'altezza, e ne verranno piedi 75000.

IV. Quest'area si multiplichi con piedi 558. once 10., e ne verrà

41912500. numero di piedi cubici, che scorrono nel Danubio in un minuto d'ora.

Se il detto numero 41912500. si moltiplica per 60. minuti, di cui si compone un' ora, ne verranno 2514750000. e se di nuovo questo si multiplichi per ore 24. d'un giorno, ne risultano piedi cubici 60354000000. e se questi di nuovo si multiplichino per 365. giorni dell' anno (come appresso il Botero) ne verranno piedi cubici d'acqua 22089564000000. scaricati dal Danubio nel mare in un anno; il doppio più, di quello che ne raccoglie il Botero, considerata la sola velocità della superficie.

ESEMPIO III.

In qualunque canale giusta il metodo della regola generale del lib. IV.

Sia qualunque canale orizzontale, o inclinato, la cui acqua corrente per una sezione proporzionata si debba misurare.

Adattate tutte le cose, che dicemmo nella regola generale esser necessarie a questa operazione, e calata la cateratta sotto la superficie dell'acqua, dopo che l'acqua avrà acquistata l'altezza permanente, si supponga la profondità dell'acqua osservata dalla superficie al fondo del regolatore essere piedi 10. e dal fondo del regolatore alla prima parte della cateratta piedi 8. once 4., la larghezza della sezione piedi 20. e l'inclinazione del canale gradi 5. sopra i quali fondamenti.

I. Si trovi la proporzione delle velocità del fondo, e della superficie, cioè di B, ed F (*fig.* 36.) cioè supponendo, che la velocità BH sia 9., per la regola delle proporzioni si faccia, come KB distanza della superficie dell'acqua dal fondo del regolatore di piedi 10., ovvero once 120. ad FB, distanza del fondo del regolatore dalla ima parte della cateratta di piedi 8. once 4. ovvero once 100. così il quadrato della velocità del fondo 6. cioè 36. al quadrato della velocità della superficie 30. la cui radice 5. $\frac{1}{2}$; e sarà la proporzione dell'una, e dell'altra velocità BH, FI quella di 6. a 5. $\frac{1}{2}$.

II. Si trovi il complesso delle velocità dell'acqua corrente sotto la cateratta per la sezione, o per la luce EB, ovvero lo spazio parabolico BFIH, moltiplicando $\frac{2}{3}$ della massima velocità BH 6. cioè 4. coll'altezza BK d'once 120. e sarà il prodotto 480. l'area della parabola BKH, e similmente multiplicando $\frac{2}{3}$ della velocità KF 5. $\frac{1}{2}$ cioè 3. $\frac{2}{3}$ coll'altezza FB di once 20. e il prodotto 73. $\frac{1}{3}$ sarà l'area della parabola KFI, la differenza delle quali parabole 406. $\frac{2}{3}$ sarà lo spazio parabolico BFIH, che si cercava.

III. Questo spazio parabolico trovato 406. $\frac{2}{3}$ si divida per BF d'once 100. e ne verrà il quoziente 4. $\frac{1}{15}$ per la velocità media MN.

IV. Per trovare il centro della velocità si faccia come il quadrato della massima velocità BH, cioè 36. al quadrato della velocità media MN trovata in ultimo luogo 16. $\frac{121}{12}$, così l'asse KB d'once 120 alla porzione dell'asse, o all'altezza KM d'once 55. $\frac{17}{135}$ ovvero di piedi 4. once 7. $\frac{17}{135}$ luogo, ovvero centro della velocità media M, tanto appunto sommerso sotto la superficie dell'acqua.

Se il canale sia orizzontale, ovvero se la sponda del regolatore sia perpendicolare, e al piano del fondo del canale, e insieme all'orizzontale, si dee tosto passare al sesto precetto, e servirsi dell'altezza predetta per trovare nella tavola lo spazio, ec.; ma se sia inclinato;

Conciossiachè si suppone l'angolo dell'inclinazione del canale gradi 5. si trovi l'altezza dell'acqua sopra il centro della velocità, risolvendo il triangolo KHD (*fig.* 19.) in cui è data l'ipotenusa HD di piedi 4. once 7. $\frac{17}{135}$, e oltre l'angolo retto in K, anco l'angolo H di gr. 5. e ne verrà il lato KH di piedi 4. once 6. $\frac{6182299}{6750000}$, ovvero l'altezza dell'acqua sopra il centro della velocità.

VI. Nella tavola degli spazi, ec. si trovi lo spazio dovuto alla velocità, secondo la trovata altezza di piedi 4., e once 6. $\frac{6182299}{6750000}$, che aggiunta la parte proporzionale, sarà piedi 462. once 11. $\frac{4797249}{6750000}$.

VII. Si faccia l'area della sezione di piedi 166. $\frac{2}{3}$.

VIII. E in fine si multiplichi l'area della sezione 166. $\frac{2}{3}$ collo spazio, ec. ritrovato di piedi 462. once 11. $\frac{4797249}{6750000}$, e il prodotto 77162. once 421. mostrerà il numero de' piedi cubici d'acqua, che scorrono pel dato canale nel detto tempo di un minuto.

SCRITTURE

DI

DOMENICO GUGLIELMINI

SOPRA VARI PROGETTI FATTI

PER LA DIVERSIONE DEL RENO

ORDINATE, E CORREDATE DI TITOLI, ED AVVERTIMENTI

DA

EUSTACHIO MANFREDI

AVVERTIMENTO

INTORNO ALLE SEGUENTI SCRITTURE DEL GUGLIELMINI.

L' anno 1693. avendo il Sommo Pontefice Innocenzo XII. commesso a' due Cardinali Dadda, e Barberino il grande affare della buonificazione delle tre provincie di Bologna, Ferrara, e Romagna, inondate dall' acque, e specialmente da quelle del Reno, da poichè questo torrente, insieme con gli altri inferiori, per ordine provvisionale di Papa Clemente VIII. era stato fin dell' anno 1604. divertito dal Po di Ferrara, e gettato nella valle Sanmartina, d' onde si era poi inoltrato a ringorgare non pure per le altre valli, che i Ferraresi chiamano Traspadane, le quali fiancheggiano alla destra il Po di Primaro fino al mare, ma a sommergere gran quantità di terreni colti, adiacienti alle medesime; i due Cardinali predetti, dopo una lunga, ed accurata visita de' luoghi, vollero sentire dalle parti interessate quali rimedi ciascuna di loro proponesse per la comune utilità; e quindi riducendo tutti i loro progetti a certi capi, suddivisero la considerazione di ciascuno in diversi articoli, sopra ognuno de' quali ascoltarono in voce, e si fecero anco esibire in iscritto le ragioni, le obiezioni, le risposte, e le repliche delle medesime parti, ne' congressi che tennero sopra ciò per lo spazio de' tre mesi di Luglio, Agosto, e Settembre del medesimo anno, in seguito di che concepirono, e presentarono a Sua Santità la loro relazione, o voto, che si può leggere nel seguito della presente raccolta.

Il Guglielmini che per parte di Bologna era intervenuto alla detta visita, e agli accennati congressi, fu quegli, che in tale occasione stese tutte le scritture che occorsero, nelle quali sostenne, ad esclusione degli altri progetti, l' introduzione del Reno nel Po grande, riputata da lui, non meno che dal suo antecessore Gio. Domenico Cassini, l' ottimo, anzi l' unico reale rimedio a tanti danni, e che poi restò approvata nel detto voto de' due Cardinali. Quindi è che le scritture da lui stese in tale occasione sono di due sorte. Alcune contengono il suo parere sopra ciascuno de' rimedi, che si divisavano, e queste benchè talvolta presuppongano altre scritture di chi era di diverso sentimento, non sono tuttavia risponsive a ciascun capo di

esse, e si ponno ottimamente intendere senza aver lette quell' altre, e perciò si riferiranno tutte nella presente raccolta, la quale con ciò sarà molto più copiosa che nella prima edizione. Altre poi sono risponsive a capo per capo agli scritti degli avversari, ma comecchè ancor queste sieno degne del loro autore, ma abbiamo giudicato opportuno metterle qui per disteso, ma ci siamo contentati di dare gli estratti delle principali fra esse, ommettendone alcune poche di minore importanza, e tralasciando di citare i paragrafi delle scritture, alle quali di mano in mano si risponde (i quali si erano citati nella prima edizione) come cosa che riuscirebbe affatto inutile, quando non si mettesse tutto il contesto di queste, il che avrebbe accresciuto il volume a più doppi, senza accrescer però a proporzione l' utilità di una tal lettura.

Sopra lo stesso argomento dell' acque bolognesi diede egli eziandio a' medesimi tempi alcune altre scritture, che non vanno colla serie di quelle, che si esibirono ne' contradittorj, e queste ancora si sono aggiunte, accennando ne' titoli le occasioni nelle quali furono fatte.

Le proposizioni che si esaminarono, per lo recapito del Reno furono dai due Cardinali ridotte a questi cinque progetti, cioè: della linea del Po grande, della linea del Trebbo allo sbocco del fiume Savio, della linea del Po di Primaro, di quella del Po di Volano, e di quella di Valle in Valle, e perciò saranno queste da noi riportate ciascuna sotto il suo capo col dovuto ordine, il che per non essere stato fatto nella prima edizione cagionava nei lettori non poca oscurità. Gli articoli poi di ciascun capo, sopra i quali versano le scritture, appariranno dai titoli delle medesime.

SCRITTURA PRIMA GENERALE

SOPRA LA NECESSITÀ DI RIMUOVERE IL RENO DALLE VALLI.

I danni che patisce il territorio di Bologna dal corso sregolato de' fiumi, ocularmente si manifestano, come apparisce dalla visita sin ora fatta. Quelli che o si faranno maggiori, o nuovamente emergeranno, appariscono dall' osservazione d' alcune regole, che inviolabilmente osservano tutti i fiumi nel portare che fanno le loro acque al mare, particolarmente quando son torbide.

La prima di queste regole si è di formare dal sito, dove lasciano la ghiaia, ed arena grossa una linea retta sino al suo sbocco, la quale ne' fiumi stabili, e rassettati di corso, perfettissima si osserva nella superficie dell' acqua corrente, abbenchè qualche poco diversifichi nel fondo dell' alveo, a cagione de' gorghi, e dossi, che per cause accidentarie vi si formano, siccome anco dall' aumento di acque tributarie viene qualche poco alterata la rettitudine della linea asserita, supplendo in vece della pendenza la maggiore altezza del corpo dell' acqua che ne risulta.

La seconda è, che per portare la torbida al mare hanno di bisogno i fiumi temporanei di una certa pendenza, ed altezza di corpo d' acqua, senza l' una, e l' altra delle quali, la depongono per istrada fino a formarsi quella caduta, che hanno di bisogno per scorrere senza intoppi; e questa linea si chiama linea cadente del fiume.

La caduta necessaria a portar via le torbide, si calcola da' periti, ne' torrenti della natura dei nostri, essere once 15. per miglio.

La terza regola è, che portandosi simili torbide per valli, o lagune, vanno a poco a poco, colle deposizioni laterali formandosi le sponde, ed alzandole maggiormente quanto più durano a correre senza riparo artificiale, e nel formarsi la sponda medesima vanno prolungando la loro linea, e per conseguenza si rendono bisognosi di maggior caduta per arrivare al suo termine, e da ciò ne nasce l' interrimento degli alvei de' torrenti, come apparisce dalle misure, ed osservazioni fatte nella visita circa li fiumi Lamone, e Santerno, e si farà costare di quelli di Reno, Savena, e Idice.

Correndo dunque il Reno dentro le valli di Marrara ha di già prolungata la linea da 14. miglia in circa, che vuol dire accresciuta d' un terzo per lo meno la lunghezza della propria cadente, ed essendo prolungata nelle valli di Marrara, il cui pelo d' acqua era orizzontale, certa cosa è, che a cagione del prolungamento, viene anco ad essere

accresciuta la necessaria caduta, che il fiume s' è acquistata da se colle deposizioni, ed alzamento del proprio letto, conseguentemente è stato necessario alzar gli argini molti piedi, ed assoggettarsi con ciò a maggiori pericoli di rotte, non solo per l' elevazione degli argini, ma anco per l' alzamento del fondo. Dal che anche ne derivano le sorgive copiose, che patiscono li terreni laterali.

La caduta delle valli di Marrara al mare è stata calcolata dall' Aleotti piedi 15. once 7. m. 7. alle quali aggiungendo piedi 2. per l' alzamento dell' acqua delle valli di Marrara seguito dall' ora in quà, somma piedi 17. 7. 7. Diciamo per abbondare piedi 25., e consideriamo se questa caduta corrisponde alla distanza che v' è dallo sbocco presente di Reno alla Lama delle Bilacque sino al mare. Questa non è per certo minore di miglia 40. alle quali volendo attribuire le once 15. di pendenza per miglio, per fare, che possano correre le torbide al mare senza deposizione, sarebbe la caduta necessaria piedi 50., adunque sarebbe difettosa la caduta presente di piedi 25. la quale dovrebbe ripararsi con altrettanto rialzamento di fondo nel Reno medesimo in detto sito.

Non molto minore dovrebbe essere l' alzamento incontro a Ferrara, e proporzionalmente si estenderebbe all' insù fino ad acquistare le once 15. di pendenza per miglio.

Se le dette once 15. paressero superiori al bisogno, abbenchè ciò sia contro il sentimento de' migliori periti dell' acque, supponghiamo anche per abbondare, che sieno necessarie solo once 10. troveremo necessaria la caduta pel Reno dalle Bilacque al mare piedi 33. once 4 maggiore di quella, che vi si suppone di piedi 8. once 3.

Dal che apparisce quanto dovrebbe alzarsi il fondo di Reno dovendo andare al mare senza obbedire alla cadente d' un altro fiume maggiore di se, che li servisse di veicolo per portare le sue torbide ad un termine conveniente.

E dato anche, che la poca caduta delle Valli al mare fosse tale, che bastasse al bisogno predetto, il che è manifestamente contro la verità, esperienza, e sentimento de' medesimi Signori Ferraresi, certa cosa è, che il Reno, o da se si farà le sponde, o li saranno formati gli argini dall' industria degli uomini, il che essendo non potranno mai gli scoli del bolognese avervi esito dentro, per essere il di lui fondo presente superiore al piano della campagna, ed unendosi insieme il Reno con Savena, almeno alle Cacuppate, e con maggior certezza più in su resteranno rinchiuse l' acque tutte, che scorrono per le campagne situate fra detti due fiumi, che perciò dovranno, o restare stagnanti sino che il sole l' estate le beva, oppure alzarsi tanto di corpo, che superino gli argini, o sponde, o dell' uno, o dell' altro fiume per entrarvi dentro, se non in tutto almeno in parte.

Da questo stato di cose che necessariamente dovrà succedere, può ognuno immaginarsi le desolazioni, che accaderanno alle tre provincie, cioè rispetto a quella di Bologna di spaventosissime inondazioni, che asssorbiranno la maggiore, e miglior parte del suo territorio, l' infettazione dell' aria, che si renderà pestifera agli abitanti, la perdita della navigazione, che porterà seco la desolazione della città medesima per la perdita del negozio, per la carestia de' grani, ed altri frutti della terra necessari pel mantenimento degli abitatori; come anco delle sete, e canape, sul lavoro delle quali si sostenta la maggior parte del popolo, e per la mancanza degli abitatori, che anderanno a cercare paesi più salubri e più fertili.

Rispetto a Ferrara, quali danni non può ella aspettare dall' avere in faccia a se medesima un torrente furibondo, e vederlo camminare sollevato dal piano di terra 20, o 25. piedi, quando di presente paventa cotanto, avendolo nella bassezza, nella quale di presente si trova? Certamente succedendo rotte, che saranno irreparabili tanto dall' una, che dall' altra parte, come vorrà ella resistere all' impeto d' un fiume, che scorrerà verso di essa da tanta altezza? La perdita della navigazione, e commercio con Bologna, che vale a dire con la Toscana, e Porto di Livorno, la renderà esausta di denaro, e la Camera Apostolica resterà priva dell' entrata delle gabelle, che copiosamente ne ritrae. S' aggiunge la difficoltà, per dir meglio impossibilità di chiudere una rotta, che seguisse, non potendosi fare con terra sola, che non resiste, nè con legnami, che non potranno mai trovarsi di lunghezza sufficiente al bisogno, e quando una di queste succedesse, specialmente dalla parte di Ferrara, non sarebbe altro, che una mutazione d' alveo e una desolazione intera d' una campagna, che sta tutta orizzontale.

Rispetto poi alla Romagna, dovendosi necessariamente alzare per la suddetta ragione il fondo presente del Po di Primaro, si renderebbe questi incapace di ricevere per la sua altezza tutti gli altri fiumi, che di presente vi sgorgano, come anco di tutti gli scoli delle campagne adiacenti, ed abbenchè non tanto grandi quanto quelle de' Bolognesi, nondimeno anche in questa parte considerabilissime sarebbero le inondazioni, e dalla parte opposta del Polesine di S. Giorgio, e valli di Comacchio non sarebbero minori li pericoli delle rotture degli argini, e li danni delle sorgive, che per la maggiore elevazione del fondo del Po succederebbero, col totale esterminio della terra d' Argenta, e delle valli di Comacchio.

Molte altre ragioni potrebbero addursi in prova di questi, ed altri danni, che pur troppo si aspettano dal trattenersi il Reno imprigionato nelle valli, e senza quella direzione, che gli è stata destinata dalla natura; ma dipendendo questi dall' accennate fondamentali promesse, sarà facile a chi si sia di arguirle da se medesimo.

SCRITTURA II.

ESAME DEL PRIMO PROGETTO

CIOÈ DELL' INTRODUZIONE DI RENO IN PO GRANDE.

Benchè il sentimento de' Bolognesi fosse di non proporre alcun rimedio a' disordini del Reno, ma di rimettersi a quello, che i due Cardinali avessero stabilito, nulladimeno essendo stato ordinato da questi al Guglielmini di fare qualche progetto, come ne avevano fatto i Ferraresi, egli suggerì quello d' inviare il Reno nel Po grande, e ne specificò diverse linee colla seguente scrittura presentata a' signori Assunti d' acque di Bologna l' anno 1692.

Essendo, che tutti li danni a destra del Po di Primaro dipendono dallo sregolato corso de' fiumi delle Provincie di Bologna, e Romagna, da Reno sino al Lamone inclusivamente, e sul medesimo anche ha fondamento il timore de' signori Ferraresi per la Città, e Fortezza di Ferrara, Polesine di S. Giorgio, e valle di Comacchio, ne viene in conseguenza, che tutto il rimedio dee consistere in dar regola, buona direzione, ed esito a' fiumi predetti, col dovuto riguardo a' mezzi, per li quali si dee fare tal regolamento, ed alla felicità e sussistenza degli stessi.

Ma perchè la maggior parte de' danni dipende dal solo Reno, essendo questo maggiore di corpo d' acqua, e superiore di sito agli altri, ed in maggiore distanza dal mare, essendo perciò necessario, che i di lui pessimi effetti si manifestino per tutto il tratto del suo corso sino allo sbocco, come resta liquidato nella visita, perciò

Gran parte del rimedio dipende dal dare esito felice al Reno, e questo non si può avere in altra maniera, che coll' unire le di lui acque col Po di Lombardia, per li seguenti motivi.

Primo, perchè ciò seguendo, se si darà un fine stabile, e per conseguenza non alzerà il proprio fondo, come fa di presente, e come generalmente fanno tutti gli altri fiumi, che non avendo esito reale prolungano di tempo in tempo la sua linea.

Secondo, perchè ha maggiore la caduta in questa parte, che in verun' altra, atteso che avendo il pelo del Po basso, e quasi nessuna pendenza per portarsi al mare viene ad avere il Reno in una breve linea, poco meno, che tutta quella caduta, che per una lunghissima ha di presente, e può avere incamminandolo per qualsisia altra a dirittura al mare, che però introdotto che fosse il Reno nel Po, non solo non alzerà di più il proprio fondo, ma inoltre si profonderà considerabilmente, sino ad inalvearsi, almeno in parte, sotto il piano delle

campagne, e renderà minore il pericolo delle rotte, e più tollerabile la spesa in mantenere gli argini, levando interamente la necessità di doverli mai più rialzare.

Terzo, divertito il Reno dalle Valli nel Po, si lasceranno in libertà tutti gli scoli, e non si avranno più l' innodazioni sopra i terreni buoni, che formano il circondario della Valle di Marrara.

Quarto, resterebbe sollevata la Valle di Marmorta, e l' altre inferiori dal danno, che loro cagionano le Pavesane, e per conseguenza il resto degli scoli del Bolognese, Romagnola, e Romagna acquisterebbero più felice lo sfogo in esse Valli, gran parte delle quali facendo le escavazioni opportune per condurre le acque regolate nel Po di Primaro, resterebbero bonificate, e capaci d' ogni migliore coltura.

Quinto, la navigazione da Bologna a Ferrara si rimetterebbe in istato migliore, che sia mai stata, potendosi essa continuare a dirittura senza l' incomodo de' traghetti sino a Ferrara, anzi sino a Po grande, ed al mare, come più a basso si dirà.

Sesto, la spesa per fare l' inalveazione del Reno nel Po è di gran lunga minore dell' utile, che ne risulterà alle tre provincie, e facile da esigersi da i popoli senza doglianze.

Settimo, finalmente, s' invita la natura, che ha per regola di unire li fiumi minori, e temporanei, particolarmente se sono lontani dal mare, con li più grandi, reali, e perenni, guadagnando così quella felicità di corso, che non potrebbero avere, andando ognuno di essi a sboccare da se solo nel mare.

L' inalveazione del Reno nel Po di Lombardia si può fare per diverse linee considerate, ed esaminate ne' tempi addietro.

Quattro delle quali però paiono le più perfette per diversi capi, che si diranno.

La prima è quella di Monsignor Corsini, che va da Vigarano per l' alveo vecchio di Reno a Po rotto, e quindi, o per una sola linea retta, o per due, secondo che paresse più a proposito, va a terminare a Lago scuro.

Questa in tutta la sua lunghezza non è più che 8. miglia, poco più di 5. da Po rotto a Lago scuro, ed ha di caduta dal fondo di Reno corrente al pelo basso del Po piedi 22. 4. 4. come costa dalle livellazioni ultime. Passa per terreni in gran parte di poca buona qualità, piglia l' acque del Reno perfettissimamente, e le porta a sboccare nel Po a seconda del corso. Traversa però li condotti Brunello, e Cittadino, Canal Bianco, e fossa Lavezuola, i quali potrebbero recapitarsi mediante una Chiavica nel Po al Lago scuro, dove hanno sufficiente caduta, o pure farli passare con botte sotterranee al Reno, e lasciarli correre come adesso per il Polesine di Ferrara,

e l' istesso si dovrà dire del Canalino di Cento. S' accosta ancora alla città di Ferrara, ma non tanto da metterla in pericolo per la rettitudine della linea, al quale però, quando vi fusse, si contrapporrebbe il vantaggio, che gli argini di Reno formerebbono una difesa insuperabile contro le rotte di Panaro, e del Po grande, dalla Stellata fino a Lago scuro, ed in oltre potrebbero le barche grosse di Po grande avvicinarsi molto più alla città di Ferrara, e così restituire a questa la tanto sospirata navigazione.

La seconda linea è quella altre volte risoluta nelli Brevi de' Sommi Pontefici Gregorio XV., ed Urbano VIII. detta del sig. Cardinale Capponi, e detta di Monsignor Corsini.

Parte questa dalla Botta de' Signori Ghislieri a Mirabello, portandosi per linea retta al Bondeno, e di quì a Gambarone, levando con nuovo taglio alcune rivolte di Panaro, in maniera, che dal Bondeno sino alla Stellata camminassero questi due fiumi uniti al Po grande. La sua lunghezza dalla Botta predetta alla Stellata è di miglia 10. ma quella del taglio, che si dovrebbe fare solo di miglia sette, e la cui caduta dal fondo di Reno alla soglia della Chiavica Pilastrese, altre volte nella visita di Monsignor Corsini fu trovata di piedi 16. 8. 6. Li vantaggi sono allontanare dalla città di Ferrara il Reno in maniera, da levarli ogni piccolo sospetto. Condurre il Reno a quel termine che da se medesimo avrebbe trovato se non fosse stato divertito nella Sanmartina, essendo notorio, che prima di detta diversione, il Reno correva all' insù ad unirsi col Panaro. Si escaverebbe maggiormente il suo fondo, sì per la maggiore caduta, sì per l' unione assieme dell' acque de' due fiumi, che s' aprirebbero maggiore, e più profondo il suo sbocco nel Po.

Lascia tutti gli scoli del Polesine di Ferrara, e abbenchè traversi quelli della Schiavona di S. Bianca, di Burana, ed il canalino di Cento, quelli nulladimeno potrebbero voltarsi a Panaro in altro luogo, e questo ricevere in Reno, o in Panaro, o farlo passare per botte sotterranea il Reno.

La terza linea, che fu considerata al tempo della visita Borromea, comincia dalla detta Botta di Mirabello, e voltando precisamente a settentrione, seguita per linea retta sino alla Chiesa di Salvatonica, nel qual luogo pigliando a destra, va a terminare mezzo miglio in circa sopra l' osteria di Palantone.

La lunghezza di questa linea è di miglia 9. e secondo le misure, che stanno registrate in detta visita Borromea, ha di caduta sul pelo basso del Po piedi 23. passa per terreni in gran parte incolti, e privi di scolo. Non interseca condotto alcuno considerabile, ma il solo Canalino di Cento, e qualche poco nelle parti superiori il Condotto Cittadino. Questo però si potrebbe voltare in Po sopra il pelo

basso, del quale ha piedi 4. di caduta, ed a quello si provvederebbe come s'è detto di sopra.

La quarta linea, che si crede forse soggetta a minori opposizioni, parte dalla predetta Botta de' signori Ghisileri a Mirabello, e come l'antecedente camminando a settentrione sino al Po di Ferrara, piega per l'alveo di questo, sino poco sotto il Bondeno, dove entra in Panaro all'intestatura, e quindi per un taglio dritto da farsi al lungo dell'alveo corrente di Panaro, proseguisce sino di sotto all'ultime rivolte dello stesso, raddrizzando il corso dell'uno, e l'altro de' fiumi predetti sino alla Stellata, dove si potrebbe accomodare loro lo sbocco.

La lunghezza di questa linea dalla Botta de' Ghislieri sino al Po di Ferrara è di 4. miglia in circa, e meno di due sarebbe il taglio da farsi per levare le rivolte di Panaro, non occorrendo altro a perfezionarle, che fare qualche piccola escavazione al Po di Ferrara, rassettare gli argini del medesimo, ed allargare il Panaro ne' siti, dove fosse giudicato necessario, e tutta la lunghezza da punto a punto è l'istessa di quella del sig. Cardinale Capponi, ma minore dell'andamento per causa de' tagli, che si propongono da Bondeno in giù; e la caduta è maggiore molto de' piedi 16. 8. 6. per l'alzamento fatto maggiore del fondo di Reno, e per la maggiore brevità della linea.

Li vantaggi di questa linea sono, che dalla Botta Ghislieri sino al Po di Ferrara, cammina per terreni di poca buona qualità, non attraversa alcun condotto di momento, e le campagne tutte a sinistra della medesima, possono comodamente tramandare le sue acque alla Chiavica di S. Bianca, restando il solo Canalino di Cento intersecato, al quale si potrebbe provvedere come sopra. Cammina per qualche tratto nell'alveo antico del Po, dove l'escavazione, e gli argini sono quasi interamente fatti; non tocca gli scoli pel Polesine di Ferrara, leva le tortuosità a Panaro, tenendosi nel sito intermedio degli argini, che però viene a levare alla città di Ferrara li pericoli delle rotte di Panaro, e verrebbe anche ad esser sollevata in gran parte da quelle del Reno, posciachè di quelle, che succedessero alla parte sinistra non avrebbe di che temere, e quelle a destra non manderebbono acqua verso la città, se non succedendo dalla Botta de' Ghislieri sino al Po di Ferrara, breve tratto, e minore di 4. miglia, e quelle, che succedessero nella parte superiore di essa Botta, sfogherebbero tutte dalla parte del Bolognese. E finalmente si lascia il comodo di fare dalle Dozze a Gambarone il taglio divisato dal sig. Cardinale Capponi.

Questa linea, come anco l'antecedente non piglia il filo dell'acqua perfettissimamente, ma non però è tanto male da poterne temere danno veruno. Si potrebbe nulladimeno perfezionare pigliando l'acqua

alla Botta di S. Carlo, detta di Lucagna a dirittura del filone dell'acqua, e portarla sul fine ad unirsi dolcemente alla linea predetta, poco di sotto dal suo principio, nel qual caso basterebbe far l'argine a ponente, potendo servire per l'altro a destra, quello che ora serve alla sponda sinistra di Reno.

Quanto alla navigazione, divertito che fusse il Reno nel Po, potrebbe questa aggiustarsi in perpetuo, e con poca spesa, escavando il canal vecchio delle paradore, che va da Malalbergo al Ponte della Braglia, ed introducendovi dentro il Canal Naviglio di Bologna, che da detto sito correrebbe per l'odierna navigazione fino alla volta de' Dossi; e di qui si potrebbe per cavo manufatto condurre sino all'alveo di Reno nell'angolo del confine, e per questo intestato nella parte inferiore sino a S. Martino, da dove con nuovo cavo sino alla Torre della fossa s'introdurrebbe nel Po di Primaro, pel quale s'arriverebbe alla punta di S. Giorgio, sfogando l'acqua, o pel Po di Volano a beneficio della navigazione di esso, o pure pel cavo del Barco nel Po grande, dove con un sostegno si potrebbe fare entrare questa navigazione nel Po medesimo, e con ciò verrebbesi ad avere una navigazione libera, e sicura da Bologna sino al mare, la quale si potrebbe accrescere d'acqua col condurvi a sboccar dentro in diversi siti tutti gli scoli, ed acque vive, che ora appartengono alla Valle del Poggio, e forse anche la Lorgana. Tutto ciò che sta anche espresso negli annessi disegni suggerisce la città di Bologna in venerazione dei reveriti comandi dell'EE. VV. pronta però sempre ad aderire a quanto sieno per risolvere, con sicurezza, ch'ellono non sapranno, che appigliarsi a que' partiti, che porteranno seco il maggior vantaggio di tutti questi popoli, che oppressi da tante miserie per cagione dell'acque, stanno pregando il cielo, che dal purgatissimo giudizio, ed autorità dell'EE. VV. venga loro apportato il tanto sospirato sollievo.

SCRITTURA III.

DELLA LINEA DEL PO GRANDE.

Avendo i Ferraresi impugnata con loro risposta l'introduzione del Reno nel Po grande, il Guglielmini sostenne il suo sentimento colla seguente scrittura, che può dirsi magistrale, contenendo in epilogo tuttociò che prima o poi è stato detto di più rilevante in questa materia.

Molte sono le opposizioni fatte nell'ultima scrittura comunicataci dall'Eminenze Vostre alla nostra proposta di recapitare il Reno nel Po grande, affine di liberare, o almeno sollevare il gran tratto

di paese situato a destra del Po d' Argenta dalle sterminate inondazioni, che per la violenza, colla quale son trattenute l' acque, continuamente lo affliggono, e le quali chi volesse persuadere all' Eminenze Vostre con rettorici artifizj, parebbe volesse derogare la fede alle oculari inspezioni, ed al testimonio de' propri sensi.

Per istabilire la realtà dell' accennato rimedio, si danno i Bolognesi nuovamente a dimostrarlo *necessario*, *giusto*, *possibile*, *innocente*, *e di effetto sicuro*, e tanto servirà per rispondere a tutti gli argomenti, ed opposizioni, che contro la di lui effettuazione sono stati fatti in ogni tempo, ed ora replicati da' signori Ferraresi, sia che realmente ne temano per troppo tenero affetto alle cose proprie, o se ne infingano per troppo poca compassione alle altrui miserie.

§. 1. La necessità di rimediare al presente sconcerto dell' acque, non è, non può, nè deve esser negata da chi ha orecchie per udire i lamenti de' popoli, ed occhi per vedere un gran tratto di paese reso inutile dal ristagno d' acque impedite di sfogo, e portate da' fiumi; ma particolarmente dal Reno in tanta abbondanza nelle Valli, termine dannoso, e temporaneo, ormai ridotte per l' incapacità del proprio seno a perdere il nome, col meritare piuttosto quello di fondi perduti per incuria degli uomini, o pure a comunicarle con dilatarsi sempre più all' insù ad occupare una gran distesa di terreno, non ha molto, fertile, ed abbondante, dal quale ne ritraeva la città di Bologna, se non l' intero, almeno parte considerabile del proprio sostentamento; perdita giustificata l' anno 1690. avanti la Sacra Congregazione dell' acque, che ora si ripete nel Tribunale dell' Eminenze Vostre, come in *Sommario num.* 1. ed in gran parte si potrà ad ogni lor cenno convincere ad evidenza dal confronto dell' osservato in questa visita col liquidato nell' altre de' Commissari Apostolici, e si potrà dedurre unicamente dal riflettere, che l' acque delle Valli di Malalbergo in oggi nelle somme escrescenze s' alzan più che al tempo della visita Corsini piedi 3. 3. 9. *Sommario num.* 2.; ma ciò è tanto evidente, che i medesimi signori Ferraresi non lo negano, anzi nel proprio territorio lo provano, e mossi dalla necessità del rimedio, stimano bene impiegata ogni spesa, benchè esorbitante, per liberare se medesimi, e gli altri da' danni, e pericoli provati, e temuti dallo sregolamento dell' acque, chiamano essi, Traspadane, come apparisce dalla moderna loro proposizione, e dai tentativi, che hanno sempre fatti di ritirare un braccio del Po grande nell' alveo di Primaro, non solo a titolo di restituire la navigazione perduta alla loro città, ma anche col pensiero, che potesse servire a scaricare con felicità le acque Bolognesi, e Romagnole.

§. 2. Se egli è vero, che la natura elegge sempre li mezzi più facili, più compendiosi, e più giusti per arrivare a' fini prescrittigli

dal di lei autore, non si può negare essere altrettanto facile, quanto giusto, che l' acque del Reno vadano ad unirsi con quelle del Po di Lombardia. In prova di che si concepiscano il Po, ed il Reno affatto privi d' argini, come sarebbe, se gli artifizj degli uomini non ve gli avessero fabbricati, e poi si giudichi a qual parte il Reno avrebbe indirizzato il suo corso. Certo non ad altro termine, che a quello che esso medesimo s' elesse, quando fu abbandonato dal corso del Po, che passava vicino alla Torre dell' Uccellino, cioè ad unirsi con Panaro poco sotto la terra del Finale, come testifica Flavio Biondo, e se ne riconoscono in oggi anche in gran parte manifestamente le vestigia, oppure al Bondeno per l' alveo di Ferrara, come faceva in acqua bassa, dopo che introdotto alla rotta di Madonna Silvia in Po rotto, cominciò a mancare al ramo di Ferrara l' abbondanza dell' acque del Po medesimo. Se adunque il Reno da se medesimo per sola disposizione di natura ha sempre tentato di unire la sua corrente a quella del Po di Lombardia, e se presentemente farebbe l' istesso, lasciato che fosse in libertà, praticandolo in occasione di rotta alla sinistra del suo corso, andando a scaricarla alla Chiavica di S. Giovanni, come più volte è succeduto, *Sommario num.* 3., chi negherà che non sia sommamente giusto il secondare le inclinazioni della natura, incamminandolo verso Panaro con regola, ed inalveazione proporzionata, oppure a dirittura nel Po grande in qualunque sito, che dall' infinita perspicacità dell' Em. V. fosse più giudicato opportuno?

§. 3. Nè è già impossibile, anzi piuttosto facile, e di poca spesa il farlo con tutte le buone regole in ognuna delle linee proposte, non ostante tutte le difficoltà, più esagerate, ed enfatiche, che vere, e reali, addotte nella scrittura, attesochè non sussiste, che la caduta di tal nuova inalveazione dovesse elevarsi sopra il piano delle campagne piedi 3, e piedi 8, come viene asserito, e si pretende provare, mediante il profilo della livellazione fatta, ed accordata da' periti delle parti, e dall' Azzoni l' anno 1660. per la linea che va a Palantone; poichè questo prova tutto il contrario, delineata che sia la linea cadente nella forma insegnata, e praticata tutto il dì da' migliori architetti d' acque, cioè regolata nel nostro caso quattro piedi almeno sotto il pelo basso del Po, e prolungata all' insù con la proporzionata acclività indicata dal genio dello stesso fiume, che dalle livellazioni ultimamente fatte dallo sbocco della Samoggia fino a Mirabello, apparisce essere oncie 13. per miglio di Bologna, poco dissimile dalla caduta di Panaro, il quale dalla Chiavica di S. Giovanni fino al suo sbocco ha di caduta piedi 5. o. 6. in distanza di cinque miglia, *Sommario num.* 4; e perciò è assioma comune, accettato nella scuola de' periti dell' acque, doversi l' escavazioni cominciare sempre al di sotto, perchè l' acqua ne insegna la quantità, e la misura.

Ora se tal metodo si praticherà in delineare la cadente della va inalveazione di Reno al Po grande per qualunque linea si v delle proposte, si vedrà evidentemente, che il fondo di essa in suna parte camminerà elevato sopra il piano delle campagne; ma siderabilmente profondato non meno di Panaro medesimo, che esamino per campagne uniformi in elevatezza di superficie a qu sulle quali vengono disegnate le nostre linee; onde siccome qu in niuna parte patisce tal disastro, *Sommario num.* 5, così non si dubitare, che il Reno non abbia da fare il medesimo, aperta ch sia la strada di scaricare le sue acque nel Po di Venezia. In pro che si esibiscono all' Eminenze Vostre annessi i profili di tutte q tro le linee, dalla semplice inspezione de' quali resterà chiarita la rità delle nostre asserzioni.

L' equivoco, sul quale è fondato il detto de' signori Ferra consiste in avere considerata la cadente del pelo di Reno su q del Po, l' uno, e l' altro nello stato, nel quale furono trovati il no della livellazione dell' Azzoni, come linea cadente del fondo; pure bisogna distinguere l' una dall' altra, perchè siccome la p è instabile, dipendente dalla varia, e sempre instabile elevazione peli d' acqua, così la seconda è determinatissima, presa che sia suo vero principio, e non a mezzo, come ora è stato praticato.

Cessando adunque il supposto de' signori Ferraresi, che serv premessa a tutte le altre difficoltà, e danni asseriti, cessano al tutte le allegate conseguenti considerazioni; poichè prima non vi rebbero, come si asserisce, nè li 17. nè li 23. piedi d' argine pra il piano delle campagne, perchè si sa benissimo, che il Re non si eleva nelle piene più di 10. piedi in circa sopra il pro fondo; onde a riguardo del solo Reno questi basterebbero, ed in caso potrebbe prendersene regola dagli argini superiori; e rispet rigurgito del Po, non si nega dovessero essere più alti qualche della misura predetta, ma basterebbe regolarli in maniera, che dassero a cadere su quelli del Po medesimo con la stessa proporz di caduta, che hanno quelli di Panaro, oppure che hanno quel Reno nella parte superiore; e finalmente quand' anche dovessero varsi (il che assolutamente è falso) all' altezza predetta, non sar cosa senza esempio, vedendosene de' poco meno alti nel corso pre te del Reno, e nel fiume Senio, e pure sussistono, senza disper ne de' Popoli che gli hanno fatti, e mantengono a difesa de' pr beni. Secondo, si vede benissimo, che la terra per farli dovr prendersi nell' alveo, senza aver forse a toccare quella della ca gna adiacente che in minima parte, come costerà dalle livellazion quando si dovesse valersene in buona copia, non perciò divente bero vallive le terre, comecchè sono le più alte del Ferrarese

siccome ciò non succede nelle parti inferiori adiacenti al Po grande in occasione di rinfrancare i froldi, e formare nuove coronelle, molto meno si dovrebbe temere nelle più alte, per le quali passano le linee delle diversioni. Terzo, non sussiste che le proposte inalveazioni altro non sieno, che un ristringere l' espansione del Reno, che i di lui argini fossero per essere un froldo continuo, e che si fosse in necessità di avere le ripe del fiume senza restare (frasi tutte sinonime); perchè dovendosi fare escavazione, e dovendo la linea cadente stare sotto il piano delle campagne, verrebbero senza alcun dubbio a rimanervi le sue restare, le quali poi coll' alluvioni si alzerebbero ad un' altezza proporzionata, come hanno fatto quelle di tutti gli altri fiumi; e perciò, attesa la rettitudine della linea cotanto amata, e lodata in altre occasioni da' signori Ferraresi, svanirebbe ogni sospetto di froldo, ogni corrosione di ripa, ed ogni pericolo di rotte; alla qual sicurezza moltissimo contribuirebbe il mantenere due strade al luogo delle restare, comecchè al frequente passaggio sempre più si addensa la terra, e la necessità del transito obbliga i paesani ad una continua applicazione di mantenere con proporzionati rimedi le ripe dell' alveo.

§. 4. Coltivando adunque maggiormente questa sicurezza morale, egli è certissimo, che la rettitudine degli alvei contribuisce molto alla sussistenza degli argini, ed alla felicità del corso de' fiumi. Osservisi il cavo Gavone in mezzo ai boschi, e senza alcuna assistenza, e si vedrà, che egli mantiene anco dopo trent' anni la sua primiera dirittura, non ostante sia imboccato da un froldo. Diasi un' occhiata a tutta la riviera di filo nel Po di Primaro, nè si troverà differentemente, quantunque essa sia sottoposta a molte cause accidentali, che pure potrebbero introdurvi alterazione, e poi riflettasi, s' egli è mai credibile, che una inalveazione diritta di non molto lungo tratto, ben regolata, e fatta con tutte le debite cautele, abbia da permettere, che un ingegno indifferente, e disappassionato concepisca timore di rotture, almeno a quel segno da defraudare del necessario sollievo tanta vastità di terreni, che non hanno già il solo timore, o sospetto, ma patiscono gli effetti continui, e sempre maggiori delle rotte medesime, che vuol dire l' inondazioni delle campagne, gl' interrimenti, e la perdita degli scoli de' fondi superiori. E poi non sarebbe un buon cambio per la città, fortezza, e territorio di Ferrara il liberarli dal pericolo di 13. froldi ora esistenti nell' arginature arenose di Sanmartina, che stanno in faccia, ed in poca distanza dalla città, anzi da quello di tutte le rotte, che potessero succedere a sinistra, con mettersi sotto la sicura tutela d' un argine diritto di terra buona, e non più lungo in qualcheduna delle nostre linee di tre in quattro miglia? Nè occorre obiettare in avvantaggio i rigurgiti del

Po, e li pessimi effetti, che ne possono succedere; qualunque sieno, o veri, o apparenti, non si dimi accresceranno, provandosi in oggi nell' escrescenze d per l' alveo di Panaro sino al Finale; e seguita che f ne, si farebbe per quello del Reno sin dove risentis librio, ed essendovi il pericolo, si cambierebbe del del Panaro, e cavamento di Foscaglia con il futuro essendovi, non vi sarà nemmeno da temere cosa sim del Reno; anzi quegli stessi rimedi, che si praticar so, occorrendo, si dovrebbero applicare nell' altro. I è, che siccome i rigurgiti predetti del Po in Panaro moria, che abbiano mai cagionata nè rotta veruna, n perniciosissimi effetti, per giustificazione de' quali c fidenza son chiamate in testimonio di visita l' Emine si che nell' ultima loro visita avessero veduto, non pericolo la terra del Bondeno, ma almeno qualche co rio nelle ripe, o negli argini, atta a sorprendere gl' i sperimentati, eppure non si vide altro, che alcuni considerabili dirupamenti di ripe, cosa solita, e con bassamento d' acqua di fiume, che trova le proprie sp dicolo, o senza la dovuta pendenza; così non s' ha gli effetti de' rigurgiti si abbiano da fare molto più all' alveo del quale si darà tanto maggiore larghezza guenza tanto più verranno distanti le sponde dell' al tura, che si faranno; nè si può addurre alcuna dis ne di Reno, che si pretendono provate, mediante l rio de' signori Ferraresi num. 4, venire replicatame volte una dopo l' altra, e sino 40, o 50. volte l' a fedi non possono indurre fede veruna in chi ha qua la verità del fatto, posciachè rispetto al numero ass sognerebbe che il Reno si gonfiasse una volta la se continuasse seguitamente mesi interi a non lasciarsi suo stato ordinario, cioè bassissimo, come è accad ne' due mesi della dimora dell' Eminenze Vostre in F to al replicare delle piene, bisogna dire, che o li abbiano in testa le nozioni degli altri uomini circa l e secondo essi, calcolando per una piena, e singolo qua, bisognerebbe asserire, che le piene del Po suc frequenti di quelle del Reno, e pure non si asseris due, o tre volte l' anno al più; o piuttosto che le non sono di maggior durata di sei, o sette ore; e ce qual credito s' abbia da avere al gran numero d contrarie in buona parte alla verità del fatto, e

stimata da Monsignor Corsini al §. *La verità ec.* cotanto necessaria in queste materie.

Moralmente adunque parlando, non si dovrebbe temere di rotte, e succedendo (il che Dio non voglia), sarebbe d'uopo tollerarle in vece dell'altre del Reno, del Panaro, e in qualche nostra proposizione anche del Po grande, o piuttosto difendersene con la manutenzione dell'argine Traversagno, sfogando l'acqua per l'alveo del Po di Ferrara; come già si faceva una volta, quando si tagliava nelle piene del Po grande l'intestatura del Bondeno; nel quale stato antico di cose, non essendo mai stato necessario murare le porte della città, e fortezza per impedire l'entrata all'acqua, nè essendosi questa mai inondata, restando a porte aperte, come non fu mai quando era bagnata sin sotto le mura dalle piene maggiori del Po, molto meno si dee credere che dovesse in avvenire patire l'ultima desolazione dalle rotte del Reno, particolarmente non sussistendo, che le mura della città sieno tanto più basse degli argini del Po, e di quelli, che dovrebbero farsi al nuovo alveo; e quando lo fossero, si sa bene, che l'acque delle rotte, sparse per le campagne, non conservano quell'altezza di corpo, che è loro necessaria, ristrette che sono fra gli argini; e per conseguenza non vale l'argomento: *l'acqua d'un fiume nelle sue piene è più alta d'un altro termine: adunque succedendo rotte, lo sormonterà.*

§. 5. Cessando perciò ragionevolmente i pericoli delle rotte, e molto più quelli delle gran ruine, ed esterminj troppo iperbolicamente descritti, e senza altro fondamento, che d'un panico, ed apparente terrore asseriti, passiamo ora alla materia degli scoli, che si intersecherebbero in ognuna delle linee da noi proposte; e primieramente rispetto alla prima di Monsignor Corsini, gli scoli intersecati sarebbero i condotti Brunello, e Cittadino, il canal Bianco, e la fossa Laverznola; ma a questi di già s'è detto nella nostra scrittura potersi provvedere in due maniere, cioè o unendoli tutti tre insieme, e facendoli passare sotto l'alveo nuovo per botte sotterranea, o pure per una chiavica a Lago scuro nel Po, sul pelo basso del quale hanno sufficiente caduta, e lo stesso si praticherebbe rispetto al Canalino di Cento. Nella linea, che va da Mirabello, e Palantone a detto Canalino di Cento, si provvederebbe per botte sotterranea, o ricevendolo nell'alveo nuovo; ed il condotto Cittadino, che solo s'interseca, si potrebbe voltare al Po in luogo opportuno, e con tal mezzo si provvederebbe anco al timore, che nelle rotte, le quali potessero succedere a sinistra di Reno, fosse per essere sforzata la botte sotterranea, e desolata la città.

Quando si mandasse il Reno da Mirabello al Bondeno, è vero, che s'intersecano alcuni condotti, ma col solito rimedio delle botti vi si

provvederebbe, oppure col riceverli in Reno, o mandarli a sboccare a qualche altra chiavica di quelle, che si trovano a destra del cavamento di Foscaglia.

Ma nel quarto nostro partito non si traversa scolo veruno; e quando ciò fosse, facilissimo sarebbe di mandarli tutti alla chiavica di S. Bianca, di cui si potrebbe aprire l'arco sinistro ora terrapienato per maggior felicità di sfogo, ed i terreni, che ora scolano sul pelo del Po di Ferrara, acquisterebbero sopra piedi 4. di caduta di più, *Sommario num.* 7, dovendo scolare sul pelo basso di Panaro, benefizio da non sprezzarsi, non ostante tutta la soggezione di chiaviche. Si aggiunge, che qualunque fosse lo scolo, non potrebbero lamentarsi gl'interessati, essendo che sarebbe lo stesso per l'appunto, che loro avrebbe dato la natura medesima, se il Reno per la via di Po rotto si fosse lasciato correre ad unirsi col Po grande alla Stellata. Per quello importa l'interesse del Canalino di Cento, per li benefizj, che apporta alla città, Fortezza, e Porto di Volano ec., chi non vede, che abbondantemente si supplirebbe a tutti questi bisogni con ridurre, come s'è progettato, il nostro Canale Naviglio, aumentato dell' acque di tanti scoli, sino sotto le mura di Ferrara, per valersene opportunamente?

§. 6. Non crediamo necessario di rispondere ai motivi portati per dimostrare il pregiudizio del Ducato in caso d'invasione per la separazione delle terre di Bondeno, Cento, e Stellata; perchè tali politici riflessi sono proprj del Principe Supremo; ma pure quando avessimo a discorrere sopra questa materia, non mancherebbamo di dire, che facendosi l'introduzione del Reno in Po per la nostra quarta linea, le terre del Bondeno, e Stellata resterebbero nel medesimo sistema di cose, in che ora si trovano; anzi il Bondeno potrebbe ridursi nella confluenza di due fiumi, Reno, e Panaro, e così rendersi capace d'ogni migliore fortificazione, che servirebbe per piazza di frontiera allo Stato Ecclesiastico, e di sicurezza alla Stellata per la facile comunicazione; e rispetto a Cento, quanto meglio potrebbe esso essere soccorso per la campagna aperta, e libera dalla parte destra del Reno, il quale dovrebbe passarsi solo sotto le fortificazioni di detta terra, che dalla sinistra in tanta angustia di sito, quanta è fra il Reno predetto, e Panaro? Nè gli mancherebbero aiuti dalla parte del Bolognese, e Forte Urbano, essendo certissimo, che non può essere invasa una parte del Ducato di Ferrara senza chiamare da tutto il resto dello Stato Ecclesiastico le necessarie difese. Si lascia poi mettere in bilancia, se sia più vantaggioso aprire una comunicazione assai grande per terra fra le due provincie di Bologna, e Ferrara, con togliere di mezzo il Reno, e le Valli, prendendo anche quella con Cento, oppure mantenere questa nello

stato in che si trova, e voler restar privi dell'altra, siccome non si tralascia di motivare, che i fiumi sogliono riuscire, almeno sul principio delle invasioni, più in vantaggio, che in offesa degli Stati, mantenendo le difese nelle circonferenze, e non mai restringendole nel cuore delle provincie, perchè difficultano i passi, e quando ne sono capaci, allagano le campagne, levando la sussistenza a' nemici; in manifesta prova di che si dia un' occhiata alla sfuggita alle provincie della Fiandra, ed Olanda. Più aggiugneremmo in questo particolare, se il credessimo parte nostra; ma perchè assolutamente non crediamo che sia, ci basterà d'aver sin' ora provato, che l'alveo nuovo del Reno è fattibile senza gran difficoltà, anzi senza gran spesa, non sussistendo per alcun capo il calcolo Gaetano, e senza danno veruno dello Stato di Ferrara.

§. 7. Passeremo adunque a considerare gli effetti dell'introduzione del Reno nel Po, e distingueremo le nostre riflessioni, discorrendo sopra li due capi enunciati nella scrittura; e prima, ritrovandosi il Po in somma escrescenza, egli è confermato dall'esperienza di molti secoli, ed autenticato dal detto di tanti testimoni esaminati nella visita, *Sommario num.* 8. (al detto de' quali fa debole contrasto la fede sospetta d'un Ministro mercenario) che non mai s'incontrano le piene di Panaro, e del Reno con quelle del Po; e sanno benissimo le Eminenze Vostre, che in quest'anno estremamente piovoso niuno de' detti fiumi s'è alzato sopra il suo stato ordinario, in tempo che il Po correva gonfio quasi al segno delle sue maggiori escrescenze; e tanto basterebbe per escludere il primo capo; ma perchè si vuol camminare con tutte anche le soprabbondanti, purchè ragionevoli cautele, concedasi per cosa fisicamente possibile l'incontro delle due piene: in tal caso si oppone, che il Reno non potrà avere sfogo nel Po; ma ciò è contrario all'esperienza, perchè se v'entrano tanti altri fiumi, per qual cagione dovrà essere denegato a questo solo l'ingresso? E se entrava senza squarciare le proprie sponde, quando correva per l'alveo suo vecchio nel Po di Ferrara, perchè non potrà fare lo stesso in quello di Lombardia? Nuova cosa sarebbe in natura, che un fiume tributario fosse rigettato da un reale, mentre dall'influsso di questo esso acquista e la natura, ed il nome. V'entrerebbe adunque, e sforzerebbe le massime escrescenze, come provveduto di declivio sufficiente a dargli quel piccolo alzamento di superficie, che è necessario a' fiumi minori, per obbligare il maggiore a riceverli, senza alcuna necessità d'avere a scorrere, come s'asserisce, sopra il polo alto del Po, essendo comune osservazione, che i fiumi si spianano sull'acque, sieno del mare, o di altri fiumi, nelle quali hanno l'ingresso, ed entrano di sotto con quella velocità, che loro viene permessa dall'ampiezza della propria sezione, e dall'impeto, o per

ragione di declivio, o di altezza di corpo; altrimenti dovrebbe dirsi, che vicino al mare fosse necessaria l'istessa altezza d'argini, che s'osserva lontano da esso, e che quelli di Panaro fossero tanto più alti di quelli alla Stellata, quanto importa l'altezza delle piene sopra il pelo alto del Po; proposizioni l'una, e l'altra convinte per false dalla sola oculare inspezione.

Nè con maggior fondamento s'asserisce, che il Panaro faccia alzare il Po due, o tre piedi, mentre stanno in contrario i testimoni pratici esaminati giuridicamente nella visita Borromea, *Sommario num.* 9, di quali asseriscono, che l'alzamento dell'acque del Po a Lago scuro, fatto per la piena sopraggiunta di Panaro, non eccedeva mai mezzo piede, oltre altre ragioni, dimostrazioni, e calcoli, che si daranno in foglio a parte, rispondendo anche all'opposizione fatta, che l'escrescenza del Reno in Po alto non si possa difinire: che se a riguardo di tale alzamento possibile per l'incontro delle piene dovranno alzarsi gli argini del Po anche in lunghezza di 120. miglia, comecchè si stima giusto, non si ricusa di farlo a proporzione, ed a tal fine sono state da' Bolognesi dimandate, ed ottenute le misure del vivo degli argini per riconoscere ove sia il bisogno di tale operazione, stimata da' medesimi signori Ferraresi *unico, e conveniente riparo a tanti danni* da essi temuti per l'elevazione maggiore delle piene; e sarebbe altrettanto più facile l'ottenerne l'intento, quantochè, secondo la pratica, e l'asserzione fatta in quest'ultima scrittura, riesce ottimamente di sostenere *l'impeto del Po pieno con il debole riparo de' soprasoglj*, anzi con semplici arature fatte pel lungo degli argini, come s'è veduto essere stato praticato in quest'ultima piena.

§. 8. Avanzandosi alla considerazione del Po in estrema bassezza, si temono da' signori Ferraresi molti danni, che si riducono a quattro capi: cioè, primo a' dirupamenti d'argini, ed avanzamenti di froldi; secondo agl'interrimenti, che si fanno su gli scanni dell'Abate a pregiudizio degli scoli del Polesine di Ferrara; terzo, al danno delle chiaviche, che si trovano a destra, ed a sinistra del Po grande, e di Ariano; e quarto, all'alzamento di fondo, che dovrebbe farsi nell'alveo del Po medesimo. Ma se si considerano bene tali asserzioni, vedrassi chiaramente, che poco, o nulla rilevano; e primieramente in ordine al primo capo non sussiste in fatto l'esempio di Panaro, che introdotto in Po basso si porti a percuotere le ripe opposte. Nella visita Borromea si vide una piena di Panaro, e s'osservò, che la di lei torbida tenevasi tutta dalla parte destra del Po, restando per lungo tratto separata dall'acqua chiara dello stesso: *Sommario num.* 10, e nella visita presente s'è veduta l'acqua di Burana limpida, nell'introdursi che faceva in Panaro, correre tutta radente

la ripa sinistra di esso; *Sommario num.* 11. Il Bonello della Stellata è egli effetto d'uno sbocco impetuoso, o pure piuttosto d'un rallentamento di moto? mentre se non s'è cominciato, s'è almeno, secondo il detto de' signori Ferraresi, accresciuto, da che non si taglia più l'intestatura del Bondeno. La mutazione del fondo, o sia maggiore corrente ne' due rami, che abbracciano detto Bonello cambiata dalla parte di Figarolo, dove era al tempo della visita Corsini, *Sommario num.* 12, e rivoltata alla parte della Stellata, come s'è osservato nella visita presente, *Sommario num.* 13, è certo, che non può derivare da altra cagione, che dall'introduzione dell'acqua di Panaro, che escava dalla parte della sua introduzione, non dalla corrosione della ripa opposta, che non è mai succeduto, nè mai per tale occasione succederà. Or vedasi se le piene del Reno dovessero fare effetto differente, particolarmente se fosse dato sbocco bene aggiustato alla di lui introduzione, per mancanza del quale succedono dirupi di ripe, ed anche d'argini nella parte inferiore di Panaro, che cesserebbero ogni volta che si secondasse la natura de' fiumi, i quali non mai cessano di rodere le ripe della propria foce, sin tanto che non se l'hanno aperta in sito, dove trovino minore la resistenza; ed in vano suda l'arte di chi pretende mantenere ostinatamente la Coronella Riminalda, piuttosto che valersi per difesa contro l'acque del Panaro, e del Po d'uno degli argini, che in gran numero si trovano più al dentro delle campagne altre volte ghiare, e golene dell'ultimo.

Nè meno si avanzerebbero le corrosioni per l'introduzione delle piene del Reno o alla Stellata, o a Palantone, essendo troppo sottile l'argomento delle moltiplicate riflessioni de' froldi dal Bonello della Stellata alla Coronella Riminalda, e da questa al froldo delle Gaselle, essendo certo, che l'impeto nelle tortuosità si rifrange, e perciò non sarebbe maggiore, che se il Po s'alzasse a quel segno, che lo farebbe alzare la sola piena del Reno, la quale rare volte, e non mai verrebbe, che non fosse seguitata da quelle degli altri fiumi, che scendono dall'Appennino; ed essendochè i froldi patiscono nel calare delle escrescenze, il danno che ne perverrebbe, non sarebbe effetto della piena del Reno, che sarebbe già cessata, ma di quelle degli altri fiumi, che resterebbero dopo di essa; e nè più nè meno succederebbero, che se il Reno non vi avesse parte. Si rimette poi al giudizio di chi si sia il considerare, se tal riflesso, quand'anche avesse sussistenza abbia unito tanto di forza da divertire l'esecuzione d'un progetto per tanti capi utile, e necessario.

§. 9. Al secondo capo de' danni, che risultano dagl'interrimenti fatti al Po dalle spiagge del mare, e su gli scanni dell'Abate, si risponde, che gl'interrimenti si debbono considerare o per se medesimi, o in ordine agli effetti che producono. In se medesimi al certo

non sono dannosi, posciachè accrescono terra all' abitazione degli uomini, e popoli alla giurisdizione del Principe, due punti unicamente desiderabili; onde il solo danno si ristringe agli effetti, i quali non possono asserirsi, che due, cioè impedimento di scolo, e perdita, e deterioramento del Ramo, e Porto d'Ariano, o sia di Goro; e rispetto a quest' ultimo, chi considera le memorie antiche, facilmente conoscerà qual sorte di pregiudizio gli sia arrivato. Al tempo della visita Corsini volendo i periti riconoscere il Po d' Ariano, in tempo che l' acqua era alta sopra la soglia della chiavica Pilastrese once 5, essendovi entrati dentro con una Peota per il breve tratto di 25. pertiche, si ritrovarono obbligati a tornare indietro per non trovarvi che un piede d' acqua; ma in questa visita essendo il Po all' istessa altezza, sanno bene l' Eminenze Vostre, che vi si navigò per tutto il tratto con un Bucentoro ben grande, e che il minor corpo d' acqua, scandagliato ad istanza de' signori Ferraresi, fu piedi 4, *Sommario num.* 14, e non si trovò non ostante la bassezza dell' acqua impedimento al passaggio in alcuna parte. Ora chi dirà, che il ramo di Ariano sempre più s' avanzi all' annichilamento, e che il di lui porto siasi omai interamente perduto, quando dalla medesima visita Corsini si riscontra anche a quel tempo farsi simili richiami, *Sommario num.* 15, ora non avvalorati da deterioramento alcuno, ma piuttosto, come s' è dimostrato, sminuiti a causa o dell' introduzione del Panaro, o del lasciarsi correre da gran tempo in qua tutte le piene per lo solo Po di Venezia, o pure (che è più credibile) dall' essersi avanzato con impetuosa corrente il ramo della Donzellina a togliere di mezzo gli scanni, che una volta gl' impedivano lo sbocco? Effetti, tutti, che si farebbero e più grandi, e più solleciti, ogni volta che per l' aumento dell' acque del Reno si rendessero le cause di essi più energiche, ed efficaci?

Per accertarsi poi del deterioramento degli scoli del Polesine di Ferrara, egli è d' uopo riflettere la caduta, che essi godono nel cavo del Barco sino al pelo basso del mare. Questa fu ritrovata nella visita Corsini (1) piedi 13. o. 6. in lunghezza di circa 50. miglia, che viene ad essere per miglio once 3. 1. $\frac{14}{25}$. Ora il tratto del canal Bianco, per quanto dicono li signori Ferraresi nella loro scrittura, s' è avanzato tre miglia; e perciò essendovi in miglia 53. la medesima caduta di prima, distribuita che sia questa nella destra distanza, ne vengono once 2. 11. $\frac{16}{53}$ per miglio, con differenza di punti 2. $\frac{1}{4}$ poco meno. Se tal differenza di pendio sia l' origine del deterioramento degli scoli, o piuttosto il non tenere espurgati i condotti

(1) Visita Corsini ai 7. 8. 9. 10. e 13. Febbraio.

dall' erbe, l' impedimento delle quali toglie la velocità (1), siccome con l' atturamento del condotto si sminuisce lo scarico all' acque, o pure l' interrimento del fondo, sintoma comune di tali piccoli fiumicelli, si rimette a più sano giudizio. In ogni caso non è difficile il rimedio di voltare tutti gli scoli nel Po di Volano, dove avranno tutta quella felicità d' esito, che loro è permessa dalla natura del sito.

§. 10. Passando a' danni, che apporterebbe il Reno alle chiaviche esistenti nell' una, e l' altra ripa del Po assai esattamente indicate, con l' annoverarvi, non si sa con qual fine, anche quelle de' Ducati di Mantova, Modena, e Parma tanto superiori di sito, si riflette, che le chiaviche in due casi si tengon serrate; prima, quando si teme di rigurgito ne' condotti per causa dell' alzamento del Po; secondo, quando i condotti medesimi sono affatto senz' acqua, *Sommario num.* 16. In quest' ultimo caso egli è evidente, che il tener serrate le cateratte non arreca verun pregiudizio; ma nel primo, allora si chiudono, quando l' acqua de' condotti resta più bassa di quella del Po, per tal cagione è stato deposto da' custodi delle chiaviche doversi tenere abbassate le porte 5. 6. 8. 10. mesi dell' anno, *Sommario num.* 17; ed in tale stato qualunque piena venisse nel Reno, non accrescerebbe, nè sminuirebbe il danno, come derivato da altra cosa per innanzi esistente; dunque tutto il male viene ristretto al resto dell' anno, quando le chiaviche scorrono aperte; ma perchè le piene del Reno sono di pochissima durata, e tanto brevi, che possono replicare in un giorno, *Sommario de' signori Ferraresi num.* 4. si vede benissimo qual danno sia questo d' avere ad interrompere qualche volta lo scolo per sette, ovvero otto ore, anzi per minore spazio, se egli è vero, che l' escrescenze di Panaro, e del Reno vengono quasi sempre congiunte, col solo intervallo di cinque, o sei ore, che la piena dell' ultimo precede quella del primo, come asseriscono i paesani; ed in oltre perchè la piena del Reno non può venire da se sola, che per qualche accidentalissima cagione, e di estate rarissimi, e forse non mai verrebbero i casi, ne' quali le chiaviche dovessero chiudersi a di lei sola contemplazione, considerisi di questo argomento la forza: *le chiaviche stanno* 5. 6. 8. 10. *mesi dell' anno chiuse*, e non ostante stanno in essere i terreni, che per esse hanno lo scolo: *adunque* (per dire assai) *dovendo star chiuse dieci giorni di più, i medesimi terreni si perderanno;* e pure così si pretende provare nella scrittura.

Rispetto poi agl' interrimenti, che si fanno nelle piene del Po avanti le porte delle chiaviche, le quali bisogna levare con qualche

(1) Castelli nella scrittura sopra le paludi Pontine.

dispendio, bisogna distinguere: perchè o si farebbero dal solo Reno introdotto in Po basso, ed allora non potendosi fare tant'alti da non poter essere levati dal solo corso dell'acqua ristagnata ne' condotti, non darebbero spesa veruna, essendo notorio, che allora solo si slezzano i condotti, quando gl'interrimenti si fanno tanto alti, che l'acqua delle chiaviche non può superarli, ovvero si farebbero dalle piene del Po unite quanto si voglia a quello del Reno; ed in tal caso sarebbe la spesa eguale a quella, che si fa presentemente, e s'è fatta per lo passato, s'egli è vero ciò ch'è stato deposto nella visita *Sommario num.* 18. che gl'interrimenti si facciano in oggi poco meno alti della piena medesima.

§. 11. Finalmente per convincere, che il Po della Lombardia non è interrito, e che l'introduzione del Reno non potrà cagionarvi, o accrescervi l'alzamento, basterebbe addurre quella famosa regola generale provata così nervosamente, e diffusamente da D. Scipion da Castro, *che fiume non interrisce fiume*; nondimeno per maggiormente assodare tal verità, si osservi, che i fiumi che hanno poc'acqua, hanno ancora più caduta naturale, e profondità, e larghezza d'alveo minore, e che all'accrescersi di nuove acque, s'accresce altresì e l'una e l'altra, ma per lo contrario si diminuisce la caduta. Su questa regola, che si riscontra di eterna verità in tutti i fiumi del mondo, che hanno fondo, e sponde possibili a corrodersi da corso d'acqua, s'appoggia la ragione della gran profondità, e larghezza del Po di Lombardia, e dalla medesima ne nasce per necessaria conseguenza, che quanto più i fiumi reali si fanno maggiori col dar ricetto a maggior numero di tributarj, proporzionalmente si vanno sempre più allargando, e profondando, e non interrendo, ed elevando il fondo, come si vorrebbe far credere fosse per succedere, introdotto che fosse il Reno nel Po. A questa ragione, che pure è senza replica, non avendo più luogo la distinzione dei fiumi torbidi, e chiari, s'accorda mirabilmente l'esperienza. Dopo che Panaro fu rivoltato interamente al Po è notorio, che l'alveo di questo a Lago scuro s'è considerabilmente allargato, e lo dimostrano le rovine di qualche fabbrica, e l'esistenza de' due froldi uno a destra, e l'altro a sinistra nella medesima drittura. Il profondamento egualmente si manifesta dal confronto degli scandagli fatti nella visita di Monsignor Corsini con quelli fatti nella presente, *Sommario num.* 19. e da quanto s'è dimostrato di sopra rispetto al ramo d'Ariano. Nè leggier argomento del profondamento dell'alveo si è il vedere, che le massime escrescenze ne' tempi presenti non si elevano più tanto, come facevano ne' più antichi. Al tempo dell'Aleotti si alzavano le piene sopra il pelo basso piedi 20. $\frac{1}{2}$ di Ferrara, che sono di Bologna piedi 21. once 3; e l'ultima, veduta dall'Eminenze Vostre, che pure per

confessione di tutti è stata una delle maggiori, non s' è elevata, che piedi 18. sopra la soglia della chiavica Pilastrese, e sopra il pelo ordinario piedi 1. Anzi se il segno, mostrato all' Eminenze Vostre nel muro dell' ala destra della chiavica Pilastrese, fu fatto, come s' asserisce, per determinare l' altezza d' una delle piene passate, essendo l' ultima restata sotto detto segno piedi 1. once 7. Manifestamente si conosce quanto sempre più s' abbassano l' escrescenze, effetto del maggiore allargamento, e profondità dell' alveo.

Ciò, è tanto conosciuto da' medesimi signori Ferraresi, che in vece di elevare gli argini, come porterebbe l' elevazione asserita del fondo, piuttosto li lasciano logorare dal calpestio, trovandosi in questi tempi molto più bassi, che negli andati, come apparisce da' calcoli e confronti, che si danno in *Sommario num.* 20; ed in oltre si vedono molte soglie di chiaviche più alte del pelo basso del Po, che secondo le buone regole avrebbero dovuto farsi inferiori al medesimo; e di fatto nel fare la chiavica nuova alla Masia è stata tenuta la di lei soglia molto più bassa, che non è quella della vecchia, e lo stesso fu praticato alla Pilastrese, la moderna soglia della quale si confessa nella visita Corsini più bassa dell' antica once 19.

Ora se l' abbassamento delle soglie arguisce abbassamento del pelo basso, e questo va accompagnato dal profondamento dell' alveo bisognerà fare una necessaria conseguenza, che il fondo del Po continuamente si va arando, non già alzando, come da' signori Ferraresi viene supposto, e si pretende di provare col mezzo de' Bonelli, che si vanno accrescendo, degli interrimenti delle chiaviche, e della protrazione della linea, argomenti frivoli, e facili da ritorcersi, provando il contrario, sul fondamento che i Bonelli si corrodono nella parte superiore, che quello della guardia omai si ritrova ridotto al niente, che li froldi continuamente s' avanzano, e si fanno maggiori; dal che si dedurrebbe, che il Po si escavasse; e rispetto all' asserita protrazione della linea, quanto sia ella abbreviata dopo l' abbandono del ramo delle fornaci, basta vedere una pianta per diffinirlo; ma questi argomenti nulla rilevano per l' una, o l' altra delle opinioni, perchè l' allungamento della linea non si attende ne' canali, che camminano a forza di proprio peso, e senza sensibile declivio, quale è l' alveo del Po dalla Stellata al mare; e le corrosioni, deposizioni, e mutazioni di corso ne' fiumi sono cose altrettanto universali, che accidentali; e perciò niente influiscono nell' alzamento, ed abbassamento del fondo. Per altro poi manifestamente apparisce, che gl' interrimenti delle chiaviche non sono mezzo adattato per provare, che sieno per farsene de' simili nel fondo del Po, essendo troppo facile il rispondere, che non sono pari gli effetti dell' acque correnti, e stagnanti.

§. 12. Si è dimostrata sin' ora *la necessità, giustizia, possibilità,*

ed innocenza della nostra proposta, resta ora da far apparire la certezza de' benefizi, che se ne pretendono. Per lo che fare, pare a noi necessario di secondare l'andamento dell'acque del Reno, sommariamente descrivendo i danni, che cagiona per tutto il tratto del suo corso, e senza star a considerare, che il prolungamento della di lui linea dentro le valli Sanmartina, di Cognola, di Malalbergo, e di Marrara, seguito dall'anno 1604. sino al corrente 1693. ha fatto alzare il di lui fondo molti piedi, *Sommario num.* 21. e che di nuovo si scaverebbe, introducendosi nel Po, come apparisce da' profili dati in *Sommario num.* . . . si avanza a vederne gli effetti da Gallino in giù. Quivi subito da una parte si trova la ripa sinistra disarmata d'argini, e perciò nelle piene si versa gran copia d'acqua per una infinità di riazzi, anzi per un continuo svalleggiamento di più miglia nelle valli del Poggio, ed annesse; dal che ne segue l'inondazione de' terreni situati tra Reno, ed il Canale Naviglio, per non aver esse valli altro esito, che quello della navigazione presente in larghezza di soli 20. piedi, e dalla parte sinistra si trovano molti froldi a cavaliere, della città, e Fortezza di Ferrara, de' quali tanto si teme per i danni che ne possono seguire, e pel dispendio continuo in difenderli. Tali danni al certo non si negherà intieramente levarsi colla diversione del Reno. Arrivando poi alla Lama delle Bilacque, e siti adiacenti, si trova la navigazione da Bologna, e Ferrara intersecata, ed impedita a segno di non potersi più in alcuna maniera rimettere, senza levare la causa del di lei interrompimento, ed immediatamente l'intersecamento, ed interrimento del condotto Lorgana, dal quale ne nascono tanti danni, a' quali sono soggetti i terreni tra la Savena, ed il Canale Naviglio; ed all'uno, e l'altro egli è evidentissimo, che resterebbe interamente rimediato voltando il Reno al Po grande. Sotto la stessa ragione cadono tutti i terreni Ferraresi di qua dal Po di Primaro da Vigarano sino alle Cacupate, oltre il rendersi capaci di cultura tanti boschi, e tante valli di poco fondo adiacenti al corso presente del Reno.

I disordini dell'alveo di Savena provengono dal dosso del Penna, che ha di caduta sul pelo alto di Primaro piedi 8. 3. 8. *Sommario num.* 22. della quale, considerata quella che ha sul fondo del medesimo, questo fiume non gode di sorte alcuna, restando perciò elevato di fondo sopra il piano delle campagne piedi 8. 9. 3. *Sommario num.* 22. onde levati che fossero gl'impedimenti, tanto basterebbe per rimediare al danno di que' contorni.

È giustificato nella visita, *Sommario num.* 24. che il gurgito dell'acque del Reno si estende correndo all'insù per la Zenetta, Zena, o Fiumicello nelle valli di Diolo, e sino nelle larghe di Bagnara; e questo cesserebbe con la mancanza dell'acque di esso.

Le valli di Marmorta bevono abbondantemente l'acque del Po di Primaro nelle piene di esso fatte dal Reno, e da Savena, *Sommario num.* 25. e quando non vi fosssero le prime, alle quali le seconde non hanno sensibile proporzione, si consideri di quanto si diminuirebbero le Pavesane di Marmorta; e perciò quanto renderebbesi felice l'esito agli scoli, che vi mettono dentro, e quanti terreni per tal cagione si scoprirebbero ora inondati, quanti se ne sanerebbero ora ammalati per lo deterioramento degli scoli! Quanto timore si leverebbe agli interessati nel Polesine di S. Giorgio, liberandoli dalle sorgive, che si renderebbero molto minori a cagione del minore alzamento, e più breve durata dell'escrescenze del Po di Primaro! Le stesse considerazioni s'adattano alle valli di Buon' Acquisto di Ravenna, e del Passetto, le quali liberate che fossero dalla soggezione presente di ricevere l'espansioni del Po d'Argenta, parte si ridurrebbero ad ogni più perfetta cultura, e parte si renderebbero maggiormente capaci di ricettare gli scoli di tutta la Romagnola, e di parte del Ravegnano. Considerabile sarebbe l'utile della città, e valli di Comacchio; poichè l'arginature a sinistra del Po medesimo resterebbero scariche dal grave peso dell'acque, sotto il quale con tanto pericolo, e sì lungamente gemono di presente.

Per altro non è nè desiderabile, nè fattibile asciugare tutte le valli; non il primo, perchè queste servono in vece di piccolo mare, per dare un temporaneo ricetto agli scoli, durando le piene de' fiumi; e non il secondo per la poca caduta, che hanno al mare in proporzione della distanza; e di fatto i signori Romagnoli, che intendon bene il proprio interesse, non si curano di bonificare i residui, non ostante che abbiano desiderato tal bonificazione per lo passato; e perchè ora sufficientemente l'hanno ottenuta, hanno solo in animo di liberarsi dall'espansioni, che troppo, e fuori d'ogni ragione li tormentano, come apparisce da' loro memoriali presentati all'EE. VV, e registrati nella visita a C.

Da ciò apparisce con quanta sicurezza d'esito felice fosse per farsi la remozione del Reno dalle valli, che da noi con ogni maggior fermezza si crede non essere durabile, che non l'introduzione del Reno nel Po di Lombardia per le ragioni addotte, e da addursi secondo le congiunture; e che la bonificazione, che se ne spera, sia per riuscire a proporzione del bisogno, secondo anche il sentimento dell'istesso Aleotti, che tanto disse, ed operò in benefizio del Territorio di Ferrara sua Patria.

Si conchiude, che l'introduzione del Po di Lombardia nel ramo di Ferrara quando sia possibile a farsi, non s'impedisce, nè difficulta con le nostre proposizioni, particolarmente quando dovesse cominciarsi incontro il Bonello di Ravalle, a tenore del sentimento dell'Aleotti,

come il meno difficoltoso in tal proposito; anzi piuttosto si faciliterebbono, se fosse vera alcuna delle proposizioni asserite nella scrittura de' signori Ferraresi, delle quali non vogliamo servirci, sapendo bene, che gli argomenti *ad hominem* non vincono la natura. Ci dispiace bene, che i medesimi signori Ferraresi si dolgono, che le nostre proposizioni condannino essi soli a patire, quasi che questo sia l'oggetto de' nostri pensieri, e non piuttosto il benefizio comune, che tanto ci sta nell'animo; e quando la natura, e la giustizia lo richiedessero, non devono essi essere così poco affezionati al bene degli altri, che li desiderino egualmente legati da quelle soggezioni, che in tal caso non sarebbero che proprie della natura del sito.

SCRITTURA IV.

DELLA LINEA DEL PO GRANDE.

All' occasione della disamina intrapresa, era nata disputa sopra il metodo con cui si debbano delineare le linee cadenti delle nuove inalveazioni de' fiumi, il qual punto di teorica si risolve dall' Autore in questa scrittura, che può servire d' istruzione per ogni caso in cui si tratti di diversioni di fiumi solitari.

Si risponde da' Bolognesi doversi praticare in ciò lo stesso metodo che osserva la natura in formare, o stabilire il fondo a' fiumi.

Primo, egli è certo, che gli alvei de' fiumi hanno una certa pendenza, la quale tanto è loro propria, che perdendola, immediatamente la riacquistano, colla deposizione della materia arenosa, e limosa nel fondo, ed acquistandosene, o dandosegliene di vantaggio, ben presto lasciano il superfluo coll'escavazione del fondo nelle parti superiori.

Secondo, tal pendenza non è la stessa in tutti i fiumi, ma più grande in quelli, che hanno meno acqua, e minore in quelli, che ne hanno più; così il Po ha poche once di pendenza per miglio; più assai ne ha il Reno, ed anco più ne ha la Savena, e i piccoli canaletti de' mulini ne richiedono tanta, che non possono mantenersi, se non con escavazioni continue.

Terzo, quando i fiumi hanno l'ingresso nel mare, o in altro fiume reale spianano la propria superficie su quella del mare, o fiume recipiente v. g. Sia AB (*fig.* 1. *tav.* 3.) il pelo d'un fiume che sbocchi in Po, di cui sia BC la superficie, egli è certo, che il pelo del fiume AB, va ad unirsi con quello del fiume recipiente BC, in maniera che nel punto B dell'unione, tutta la profondità del fiume influente, come BD, bisogna necessariamente che resti sotto la superficie dell'acqua BC.

Su queste tre osservazioni si appoggia il modo ricercato di delineare le linee cadenti; poichè prima bisogna stabilire l' orizzonte alla superficie BC in sito il più basso, che sia mai possibile, v. g. la somma bassezza del Po, e del mare; e la ragione è manifesta, perchè si danno tali casi, ne' quali il fiume che entra può correre grosso in tempo che l' acqua che riceve sia bassissima.

Sotto il pelo basso di questo si dee dare tanta profondità al fiume influente AB v. g. BD, quanta esso richiede per ispingere l' acque proprie nell' altro.

Si dee dipoi accertare la pendenza del fiume, che si vuole inalveare, e questo in sito dove il fiume non riceva più nuova acqua, ma abbia tutta quella che dee portare da lì in giù; ed avutane la misura giusta, dal punto D stabilito, si dee tirare una linea all' insù, che abbia tanto di pendenza, quanto l' osservazione ha mostrato esser necessaria al fiume di cui si tratta.

Ciò fatto si dice che questa sarà la cadente ricercata; perchè se ne fosse fatto un' altra, che avesse maggior pendenza, certo è per la prima osservazione, che il fondo maggiore si scaverebbe, e se l' avesse minore s' eleverebbe, non avendola dunque nè maggiore, nè minore di quello che bisogna, come che dedotta dall' osservazione del fiume istesso, resterà nello stato che se li darà, senza elevarsi, o profondarsi; adunque il fondo della nuova inalveazione si disporrà secondo la situazione di tal linea, che si chiama da' periti cadente del fondo del fiume: e restando essa sopra il piano di campagna in un profilo di livellazione ben fatta, anche il fondo del fiume farà lo stesso in fatto, siccome resterà sotto il piano della medesima ogni volta, che la cadente del profilo in tal maniera lo mostri.

Dal detto si arguisce, che il termine certo delle cadenti, e nella parte inferiore, e nello sbocco del fiume, restando il termine superiore incerto, come quello che nasce dall' intersecazione delle diverse cadenti di maggior pendenza, che s' incontrano nelle parti superiori, siasi o per diminuzione di corpo d' acqua, o per condizione di materia più grossa portata dal fiume, e perciò essere erroneo qualunque metodo riceva due termini fissi da connettersi con una linea retta, comecchè per ciò fare non si ha alcuna riflessione alla caduta, la quale pure è tanto necessaria da considerarsi, essendo osservata dalla natura con tanta esattezza.

SCRITTURA V.

DEL PO GRANDE.

Proseguendosi l' esame del progetto di Reno in Po grande fu proposto l' articolo dell' intersecazione degli scoli, che il Reno avrebbe incontrati, e specialmente inviandolo per quella linea che da Mirabello va al Po di Ferrara, e quindi per l' alveo di questo al Bondeno, e sopra ciò verte la presente scrittura.

Non vi è linea alcuna, che intersechi minore numero di scoli, e di minore momento, quanto la quarta proposta; e perciò sopra questa principalmente cade il discorso.

Prima però si supplicano l' EE. VV. a riflettere, che i fiumi hanno una priorità e di natura, e di tempo, che non hanno i condotti, o sieno scoli delle campagne. Quindi è che questi sono obbligati a seguire la condizione di quelli, ogni volta che non abbiano apertura da sfogarsi immediatamente al mare. Vano pensiere perciò sarebbe quello di chi pretendesse, avendo terreni in siti bassi, e serrati da due fiumi, ed in gran distanza dal mare, di godere uno scolo egualmente felice, che perpetuo.

Tali sono i terreni tra Reno, e Panaro, poichè questi fino all' anno 1604. sono sempre stati chiusi tra detti due fiumi, ed il Po di Ferrara, dentro il quale scolavano col mezzo di Chiaviche, anche adesso esistenti nella ripa destra del di lui alveo abbandonato, restando perciò soggetti a tenere chiuse le cateratte di esse, ed obbligati a dare ricetto all' acque piovane, ogni volta che il Po si alzava più dell' ordinario.

Da tale soggezione restarono liberati quando l' anno 1604. fu divertito Reno nella Sanmartina, non interamente però se non dopo l' anno 1639. nel quale si tralascia di tagliare l' intestatura del Bondeno nelle piene di Po, ma solo sintanto che durasse l' *interim* della diversione di Reno, quale cessando, come ora si spera, ragionevolmente, e senza reclami deve cessare la continuazione dello scolo.

A questa però si oppone la poca caduta che godono ora li predetti terreni sul fondo de' loro condotti; siasi per la gran distanza di sopra 70. miglia dal mare, oppure per l' intestatura che si mantiene attraverso il Po di Ferrara in faccia alla città, la quale cagiona, che adesso li terreni molto peggio si scolano, che non facevano nel tempo, che andavano a sboccare nel Po, ed in fatti ora si osservano in quel tratto di paese molti piccoli corpi di valle, che altre volte furono prati, e terreni buoni.

Dovendo per tanto scolare secondo la presente disposizione di cose

li terreni predetti sul pelo del Po di Ferrara, o sia Canalino di Cento alli Rodoni, vengono ad avere per termine del loro scolo un pelo d'acqua alto sopra la soglia della Chiavica di S. Gio. al Bondeno piedi 7. 5. 9. come consta dal sommario settimo della nostra ultima scrittura. La soglia della Chiavica predetta ha di caduta su quella della Pilastrese, secondo le misure asserite nella visita Corsini p. 5. 9. 6. di Ferrara, che riescono di Bologna p. 6. 1. 9., e tanto più quanto alle volte s' alza l' acqua nel Po di Ferrara.

Voltandosi perciò alla Chiavica di S. Gio. gli scoli intersecati della linea della nostra Proposta, se pure ve n' è alcuno, non trovandosi nel profilo attraversato altro condotto, che uno detto il Cavamento, riesce chiaro, che il Po potrebbe crescere piedi 13. 7. 6. sopra la soglia della Chiavica Pilastrese senza deteriorare in conto alcuno la caduta agli scoli predetti col suo rigurgito per Panaro, alla quale altezza rare volte arriva, e per pochi giorni resta sostentato: nel resto del tempo accrescendosi la caduta, come nel sommario passato sino a p. 4. 9. 9., resta chiarito quanto più presto si scaricherebbero li terreni dell' acque piovane, le quali in oggi continuano mesi intieri a stare in dette campagne, e fossi di esse, e che l' inverno, particolarmente quando regnano le piogge, ed il Po sta basso, goderebbero una felicità di scolo da non desiderarsi maggiore.

Si concede, che quando il Po è alto sopra la misura presente, e nelle piene di Panaro, si dovrebbono tener chiuse le chiaviche; ma l' escrescenze del solo Panaro durano poche ore, e cessate che fossero, si smaltirebbero nel durare della piena.

E l' escrescenze di Po vengono per lo più l' estate quando per la siccità della stagione li terreni non hanno bisogno di scolare.

Per fine bilancisi quale sia maggior vantaggio, o avere uno scolo continuo, ma continuamente infelice, come il presente; oppure averlo felicissimo li cinque sesti dell' anno per lo meno, ma essere poi in necessità di tenerle chiuso con cateratte 40. o 50. giorni nel tempo della stagione più asciutta.

Rispetto al Canalino di Cento si potrebbe introdurre con ottima riuscita, ed utile considerabile in Reno, elevando li di lui argini a proporzione, e gli scoli che resterebbero fra Reno, ed esso, potrebbero, come ora, riceversi con chiaviche, o nell' uno o nell' altro, o pure farsi passare per botte sotto il predetto Canalino, incamminandoli con gli altri alla Chiavica di S. Giovanni, il che tutto potere felicemente riuscire, lo dimostrano le allegate incontrastabili misure.

SCRITTURA VI.

DEL PO GRANDE.

Dovendo la linea suddetta di diversione del Reno portar le acque di esso ad unirsi con quelle del Panaro a Bondeno, furono proposti da esaminare sopra ciò tre articoli.

I. L' unione di Reno con Panaro, e le riflessioni che possono cadere per quel tratto.

II. Lo sbocco, e danni che possono provenire dal medesimo.

III. Se Panaro dopo la sua introduzione in Po abbia scavato, o riempito il proprio alveo, e quali effetti da tale introduzione sieno seguiti.

Al primo articolo si risponde prima, che l' unione del Reno non può partorire effetto veruno pregiudiciale per diversi capi.

Prima perchè s' uniscono tanti altri fiumi assieme, e non per questo restano di correre, o inalveati, o rinchiusi fra' suoi argini, senza pericolo d' inondazioni, o di rotte, particolarmente quando li sbocchi sono a seconda delle correnti. Li fiumi Ronco, e Montone correvano in mare separati uno dall' altro; e nel tempo che la Serenissima Repubblica di Venezia era padrona di Ravenna, furono uniti assieme per sentenza della città. Or dicasi che danno ne sia proceduto?

Secondo, perchè in conformità delle osservazioni fatte dalli abitatori del Bondeno, la piena del Reno precede sempre di sei in sette ore quella del Panaro, e perciò la prima sarebbe ordinariamente cessata nel sopravvenire della seconda.

Terzo, perchè potrebbe proporzionarsi la larghezza dell' alveo in maniera che fosse capace dell' acque unite dell' uno, e dell' altro; massime, che la distanza degl' argini, destro, e sinistro, alle volte regolata dal corso di tutto il Po, non lascia timore veruno d' avere a ritirare indietro gl' istessi, particolarmente se si facesse il taglio proposto, che viene ad essere delineato nel bel mezzo, fra l' uno, e l' altro degli argini.

Si risponde in secondo luogo, che ridonderebbe in gran vantaggio per molte ragioni.

Prima l' unione de' due fiumi farebbe profondar l' alveo presente, anche di sopra dall' unione, come generalmente s' osserva in casi simili; perciò le Chiaviche di Burana, e S. Bianca acquisterebbono di caduta sul fondo di Panaro.

Secondo s' aprirebbe maggiore, e più profondo lo sbocco nel Po, e perciò quando venisse una sola piena si scaricherebbe con maggior felicità, nè si alzerebbe tanto come adesso nelle parti superiori

attesa la maggior larghezza, e profondità dell'alveo, e dello sbocco.

Terzo con li tagli proposti si leverebbero diversi froldi, che ora mettono in pericolo gli argini, ed in timore il Polesine, e città di Ferrara, e con la brevità, e rettitudine della linea si darebbe miglior corso, ed esito più felice alle piene.

Quarto, s'avrebbe più felice la navigazione tanto per Panaro verso Modena, quanto per Reno verso Bologna, almeno sino a Cento, con utile manifesto di questa terra.

Quinto con l'altro taglio proposto dal signor Cardinale Capponi non solo si migliorerebbe lo sbocco a Panaro, ma si ridurrebbe il Bondeno in buono stato di difesa.

Al secondo Articolo proposto si soddisfa col dire, che generalmente tutti i fiumi influenti acciò abbiano felicità di corso in se stessi, e non impediscano quello del recipiente, debbono avere lo sbocco quanto più si possa a seconda della corrente di questo, e la ragione si è, che i moti tanto meno s' impediscono l'un l' altro, quanto minore è l' angolo, che fanno le loro direzioni, ed esercitandosi i moti tutti verso quella parte, dove minori si fanno, o trovano le resistenze, s'equilibrano queste colle forze in tutte l'altre parti; ed allora si mantiene la direzione immutabile; v. g. se il Po corre da A in B, (*fig.* 2. *tav.* 3.) ed il Panaro v' entri dentro in B colla direzione DC, diciamo che non potrà mantenerla ogni volta, che dentro l' angolo DCB vi sia una sponda possibile a corrodersi. Posciachè la forza AC incontrando la DC ad angolo retto, obbligherà sempre la DC a mutare direzione, che sempre inclinerà alla parte B, più, o meno secondo la proporzione della forza AC alla DC; e se la resistenza della sponda DCB sarà minore della forza colla quale DC è rivoltata all' ingiù, dovrà essa cedere, e dirupare la ripa, e per conseguenza ridursi la corrente di Panaro in DF, la quale incontrando la AC ovvero AF con angolo minore di prima, conseguentemente viene a sminuirsi la potenza di AF, ed accostarsi più all' equilibrio colla resistenza della sponda DFB, e perchè col rendersi sempre minore l' angolo, cala la forza, e la resistenza sempre resta la stessa, verrà una volta a pareggiarsi questa con quella, come in DEB, ed allora resistendo tanto la tenacità del terreno, quanto opera la forza dell' acqua per diruparlo, cesserà ogni sconcerto, e corrosione nello sbocco.

S' accorda questa dimostrazione con quello, che s' osserva in tutti i fiumi, che hanno l' ingresso in altri, ed al sentimento universale di tutti gli Architetti dell' acque.

E da esso si conchiude, che Panaro durerà a corrodere le ripe del proprio sbocco sin tanto che se lo sarà aggiustato, e che molto meglio sarebbe in vece d' ostinarsi a voler sostenere la Coronella Riminalda, d' accomodare al detto fiume lo sbocco, ec. come s' è detto

nella nostra ultima scrittura, e come abbiamo motivato nella proposta della quarta linea, circa la quale cade ora il principal discorso.

Il terzo articolo si risolve distinguendo. Perchè o si parla di Panaro, prima che proporzionasse l'alveo del Po di Ferrara dal Bondeno alla Stellata, al corpo dell'acque proprie, e si concede esser seguito, ed alzamento di fondo, e ristringimento d'alveo, non solo perchè si sa, ciò esser seguito, ma anco perchè ciò è coerente alla natura de' fiumi torbidi, ma ciò stante non si può dire, che abbia interrito l'alveo proprio, bensì che interrendo quello di Ferrara se lo ha proporzionato senza avanzarsi in tal funzione un pelo di più, di quello portava la misura dell'acque proprie.

O pure s'intende l'articolo dopo seguito tal proporzionamento d'alveo, e si risponde non essere seguita veruna sensibile alterazione nell'alveo di Panaro, e ciò si prova.

Prima perchè non si ha alcun indizio di tale elevazione di fondo.

Secondo perchè a tenore della natura de' fiumi stabiliti quale Panaro, ciò non può, nè dee succedere, perchè supposto lo stabilimento non si trova causa veruna, che possa partorire tale effetto.

Terzo si convince dal confronto delle misure prese nelle visite Gaetana, Corsini, Borromea, e presente.

Nella visita Gaetana il dì 21. Settembre 1605.

Si ha il fondo di Panaro al Bondeno più alto della soglia della Pilastrese . . . . . piedi 4. 7. 6.

La soglia della Pilastrese vecchia era più alta della nuova . . . . . „ 1. 7. 0.

Adunque il fondo di Panaro era più alto della soglia della Pilastrese nuova . . . . . „ 6. 2. 6.

Nella visita Corsini 14 Gennaio 1625.

Si trovò il fondo di Panaro al Bondeno più alto nella soglia della Pilastrese nuova . . . . . „ 5. 9. 6.

Adunque dal 1605. al 1625. il fondo di Panaro si sarebbe escavato . . . . . „ 0. 3. 0.

Nella visita Corsini il dì predetto.

Si trovò il fondo di Panaro più alto della soglia della Chiavica di S. Giovanni . . . . . „ 0. 5. 0.

Nella visita Borromea 28. Ottobre 1658.

Si trovò il fondo di Panaro più basso della soglia di S. Giovanni . . . . . „ 0. 2. 0.

Dunque dal 1625. al 1658. si sarebbe abbassato il fondo di Panaro . . . . . „ 0. 7. 0.

In altro luogo di questa visita 29. Ottobre 1658, si trova il fondo di Panaro più alto della soglia di San Giovanni . . . . . „ 1. 3. 6.

Dunque il detto fondo si sarebbe alzato. . . . piedi 0. 10. 6.

Nella visita ultima li 11. Maggio 1693.

S' è trovato il fondo di Panaro più alto della soglia di S. Giovanni . . . . . „ 0. 8. 0.

Paragonando questo fondo colla prima misura della visita Borromea si sarebbe elevato il fondo. . . . . „ 0. 10. 0.

E paragonandolo colla seconda si sarebbe escavato. . „ 0. 7. 6.

Dalla relazione, e visita di monsignor Corsini 3. Aprile 1625. si ha, che il fondo di Panaro era più basso del fondo del Cavo Serra. . . . . „ 5. 0. 0.

Dalla visita presente 12. Febbraio 1693. si ha in detto luogo il fondo del primo più basso del secondo in misura di Ferrara. . . . . „ 7. 0. 7.

Dunque il fondo di Panaro del 1625. al 1693. si sarebbe profondato. . . . . „ 2. 0. 0.

Dalli quali alzamenti, ed abbassamenti che derivano da' dossi, e gorghi, ne' quali sono state prese le misure evidentemente apparisce, che il fondo di Panaro non ha patito in tutto questo secolo alterazione veruna essenziale, ma solo qualche variazione accidentale, della quale non si può dar regola veruna.

Molti altri simili riscontri si potrebbero addurre in prova di questa verità; ma bastando gli addotti si tralasciano con animo di farlo ad ogni semplice cenno.

SCRITTURA VII.

DEL PO GRANDE.

Avendo i Ferraresi replicate alcune cose all' antecedente scrittura, il Guglielmini rispose a questa loro replica colla seguente, di cui diamo solamente quella parte, che è necessaria, e dottrinale.

L' unione dell' acqua del Reno con quella del Panaro non farà l' effetto nell' elevazione dell' acqua, bensì nel profondamento, ed allargamento dell' alveo; poichè dovendo l' una, e l' altra spianarsi sul pelo della piena del Po, e dovendo quanto maggiore è il corpo d' acqua, essere tanto minore la caduta, non solo del fondo, ma della superficie medesima, ne segue che se si lasciasse l' opera alla natura medesima, ben presto si proporzionerebbe l' alveo in larghezza, e profondità tale, da non provare il temuto alzamento, ma ciò non si vuol fare, anzi si pensa allargare tanto l' alveo di Panaro dal Bondeno in giù, che la natura abbia piuttosto a ristringerlo per soverchia larghezza, che ad elevarsi l' acqua per troppo angustia di letto.

Si concepiscano gli alvei del Reno, e Panaro camminare disuniti, ma vicini uno all' altro, e paralelli nelli andamenti, v. g. ACB (*fig.* 3. *tav.* 3.) sia Panaro; DEF Reno, l' uno ha larghezza sufficiente a portare le proprie acque, e che sieno divisi v. g. con un argine, come GHI, e suppongasi, che l' uno, e l' altro sieno nelle proprie piene; certa cosa è, che essendo di pendenza uguale, come costa dalle livellazioni, caderanno sul pelo del Po, qualunque sia, con ugual pendenza, e per conseguenza con elevazione di pelo eguale, e se vi dovrà essere qualche differenza, sarà minore quella del Reno, di quella di Panaro, per essere maggiore di corpo. Intendasi ora levato di mezzo l' argine GHI in maniera, che l' uno, e l' altro diventino un sol fiume, certa cosa è, che non perciò l' acqua si eleverà, ma piuttosto si abbasserà, se non per altro, per essergli levate le resistenze laterali dell' argine GHI, e ridurrassi in GHI il filone dell' acqua, che prima era in ACB, ed in DEF; e come più lontano dalle resistenze delle ripe si farà più veloce, e profonderà più l' alveo di quello che prima potessero fare i filoni ACB, DEF; profondato l' alveo, si abbasserà il pelo necessariamente, e perchè la larghezza in tal caso viene ad essere maggiore del bisogno, comecchè proporzionata a due fiumi con duplicate resistenze, e di profondità minore, quindi rallentandosi il moto alle sponde, vi seguiranno deposizioni, ed alluvioni, che s' avanzeranno verso il mezzo, sin tanto, che trovino nell' acqua il moto tanto gagliardo, che ne impedisca prosecuzione; e questo sarà il termine del necessario ristringimento, e facendosi nell' atto del ristringimento sempre maggiore la profondità, finalmente cessando il ristringimento, cesserà altresì il profondamento, ed allora sarà reso l' alveo proporzionato all' acque proprie. Da ciò evidentemente si deduce, prima, che i fiumi quando s' uniscono nelle piene, s' abbassano di pelo, non si elevano, trovando l' alveo proporzionato; secondo, che escavano il fondo proprio; e terzo, che non hanno bisogno di larghezza uguale all' uno, e l' altro de' fiumi confluenti, bastando essa molto minore.

Se si dubitasse della verità di questa proposizione si consulti l' esperienza, e l' osservazione de' fiumi in casi simili, e se ne avranno sempre uniformi i riscontri.

Cessando perciò l' alzamento dell' acqua, ed in Panaro, ed in Reno, cessa altresì del pari la necessità di elevare gli argini di questo, e conseguentemente il pericolo delle rotte, che se ne deduce.

SCRITTURA VIII.

DEL PO GRANDE.

Dovendosi esaminare se gli argini della linea, che porterebbe Reno ad unirsi col Panaro al Bondeno sarebbero esposti a pericolo prossimo di rotte, o per le piene del Reno, o per li rigurgiti del Po, (che era il sesto articolo tra quelli, che i due Cardinali aveano proposti ad esaminarsi intorno alla detta linea) il Guglielmini diede la seguente scrittura.

Circa al VI. articolo non si vede in primo luogo quale differenza possa concepirsi tra le arginature della nuova linea, e quelle degli altri fiumi; onde se queste non sono esposte a prossimo pericolo di rotte, perchè lo avranno da essere quelle di Reno?

Secondo non osta la novità degli argini, perchè quando sieno fabbricati colle dovute maniere, e cautele, che vuol dire con cordolli bassi, e con carri, e carrette, equivagliono ai vecchi, rendendosi addensata la terra al pari negli uni, e negli altri; e poi rispetto alla quarta linea da noi proposta, alla quale ci siamo ristretti (senz' animo però d' abbandonare il pensiero dell' altre, quando in questa si trovasse qualche particolare difficoltà, che fosse creduta insuperabile) non ha luogo, che in poca parte la novità predetta degli argini, comecchè il Po di Ferrara, ed il Panaro son provveduti d' arginature antichissime, e di tutta perfezione, e raddoppiate per quasi tutto il lor tratto.

Terzo, giova di molto la rettitudine della linea, che non permette, che si facciano froldi essendo il corso dell' acqua paralello agli andamenti degli argini.

Quarto, vi sarebbero le dovute restare, portando così la diversità della linea cadente del fondo, e perciò non sarebbevi dubbio, che il piede dell' argine fosse bagnato da acqua bassa, e mancandovi per impossibile, si potrebbero fare a proporzione del bisogno.

Quinto generalmente si dice, che non succede rotta negli argini d' un fiume, senza corrosione della terra, che li forma, e che tal corrosione non può mettersi in atto, se non per tre capi; primo, per la trapelazione dell' acqua, a cagione del terreno troppo poroso; secondo, per la bassezza degli argini, che lascia sormontare l' acqua; terzo, per l' impeto grande, che fa la corrente contro li stessi, e questo si dee considerare o in se stesso, o in ordine della debolezza del sussistente, ma per niun capo de' detti può temersi danno alcuno.

Non può temersi pel prossimo pericolo di rotte a causa della trapelazione dell' acqua per le Porosità degli argini, perchè essendovi

per tutto il tratto della linea terra atta alla di loro perfettissima fabbrica, non s' ha da avere questo timore, ed in ogni caso supplirebbe la larghezza degli argini all' imperfezione del terreno.

Non per la bassezza dell' arginature; perchè non si niega di farle alte anche più del bisogno.

Nè per l' impeto grande dell' acqua, perchè la rettitudine della linea ce n' assicura, come al numero terzo.

E finalmente non per la debolezza degli argini, perchè questi si faranno di robustezza conveniente a giudizio di perito disinteressato.

Il pericolo delle rotte non può temersi, che da tre cause, o dall' acqua del Reno nelle piene, o da quelle del Po ne' rigurgiti, o da quelle dell' uno, o dell' altro uniti nelle piene, e ne' rigurgiti. Non da quelle del Reno per le ragioni già addotte, e di più perchè di fatto si mantengono gli argini del Po grande, non ostante sieno più tormentati, e dal corso d' acqua, e dall' impeto della corrente, dunque tanto più quelli del Reno.

Non da quelle del Po ne' rigurgiti, perchè questi non fanno sforzo, e gli argini non hanno da sostenere, che il peso dell' acqua.

Per ultimo non da quelle del Po, e da quelle del Reno unite, come di sopra, perchè il sostentamento del Po alto rinfrangerebbe l' impeto delle piene del Reno, e gli argini avrebbero da operare poco più di quello che facessero in resistere a' soli rigurgiti.

L' esempio degli altri fiumi ben regolati, che entrano nel Po, farà conoscere all' EE. VV. la vanità di tale insussistente timore.

SCRITTURA IX.

DEL PO GRANDE,

Propostosi poi da esaminare l' unione dell' acqua del Reno con quella del Po, e sopra di ciò dati due articoli, cioè

I. Quali effetti produrrà il Reno alto in Po alto, e se possa entrarvi.

II. Che alzamento d' acque vi cagionerà, e con quale altezza d' argini convenga provvedervi, e fino a dove questi si debbano rialzare.

Per parte de' Bolognesi fu esibita dal Guglielmini la seguente scrittura.

Al primo articolo si dice, che tutti i fiumi influenti entrano ne' suoi recipienti, sieno questi, o alti, o bassi, quando gli argini di quelli sono proporzionati a contenere fra se medesimi l' altezza d' acqua necessaria al proprio ingresso, ed essendo che ciò non è impossibile a farsi, rispetto all' introduzione del Reno nel Po, quindi non vi

può esser dubbio veruno, che il primo non possa entrare nel secondo.

L' ingresso poi si faciliterà con dare alla nuova linea uno sbocco aggiustato, e tale da non temerne danno veruno, come s' è provato nella nostra scrittura sopra l' articolo quarto.

Rispetto agli effetti, che possa produrre il Reno alto in Po alto, dipendendo la risoluzione di questa parte dalle considerazioni proprie dell' articolo seguente, ad esso ci rimettiamo.

Per rispondere adequatamente all' articolo secondo, ci fa di mestieri ripetere ciò che altre volte abbiamo detto, cioè che all' unirsi che fanno diverse acque correnti d' alveo stabilito, si scema nell' alveo comune la pendenza, cioè si profondano, ed in oltre s' allargano gli alvei, al che succede, che le piene s' ellevano ad un orizzonte meno alto di quello succederebbe, se ognuno de' fiumi influenti si portasse al mare senza mistura d' altre acque.

Per manifesta prova di questa proposizione, s' osservi prima, che il Po è maggiore de' fiumi della Lombardia, anzi di tutta l' Italia, e non ostante le di lui piene sono le meno alte, perchè sono le meno inclinate di superficie.

Secondo se si trattasse d' aggiungere l' acque del Po a quelle del Reno, o del Lamone, si alzerebbero, o si sbasserebbero le piene nell' alveo comune? Certo ognuno risponderebbe, che ciò succedendo s' abbasserebbe l' altezza delle piene del Reno, e addurrebbe per ragione, che l' alveo del Reno si scaverebbe sino a proporzionarsi l' alveo; adunque similmente aggiungendo l' acqua del Reno a quella di Po farà lo stesso, e le piene di questo resteranno più basse.

Terzo, da che il Po s' è interamente rivoltato nel ramo di Venezia assorbendo nelle piene, e l' acqua di Panaro, e la porzione di quella di esso Po, la quale per l' alveo di Ferrara si portava per altra strada al mare, le di lui piene non si elevano più a quell' altezza, che altre volte gli era propria.

Quarto si può dimostrare la nostra asserzione *a priori* col fondamento degli allegati principj, e coll' aiuto delle figure necessarie, ma per non infastidire di soverchio l' EE. VV. si tralascia di farlo.

Ciò stabilito si fa chiaro, che se unite le piene di Po, e del Reno si porterebbero al mare con minor pendio, non solo non si eleverà la superficie dell' acqua nelle piene, ma resterà tanto più bassa, quanto richiede la proporzione dell' acqua d' uno a quella dell' altro.

Quest' effetto però non succederebbe così alla prima, ma solo con qualche lunghezza di tempo, e perciò sul principio dell' introduzione non si niega, che il Reno alto non cagionasse in Po alto qualche alzamento, e sopra di questo discorreremo brevemente.

Il padre Castelli nell' appendice terza al coroll. 16. della sua misura

dell' acque correnti, condanna l' errore di quei periti, che giudicarono dal trovare la larghezza del Po piedi 100. e la sezione del Reno piedi 200. che il Reno farebbe crescere il Po piedi 2. e nell' appendice 4. del corollario medesimo nota simile errore in altri ingegneri, e periti, che credevano, che mettendosi il Reno in Po non farebbe alzamento veruno, e conclude, che *la verità è, che mettendosi il Reno in Po, farebbe sempre alzamento, ma alle volte maggiore, alle volte minore, secondo che troverà con maggiore, o minore corrente il Po, di modo che quando il Po sarà costituito in gran velocità, pochissimo sarà l' alzamento, e quando il medesimo Po sarà tardo nel suo corso, allora l' alzamento sarà notabile.*

Per intelligenza di questa asserzione del padre Castelli s' avverte, che l' alzamento del Reno in Po si dee intendere in due maniere; prima rispetto all' alzamento delle massime piene unite dopo il proporzionamento dell' alveo sopra un termine stabile, ed in tal senso abbiamo detto, ed occorrendo, si dimostrerà che le piene non solo non eleverebbero di più, ma si abbasserebbero, e tal forse fu il sentimento degl' ingegneri notati dal padre Castelli nell' appendice 4. Secondo, si può intendere l' alzamento rispetto all' altezza, che si accrescerebbe dall' introduzione dell' acqua del Reno in quella del Po, cioè avendo per termine sopra il quale dee seguire l' accrescimento, o la superficie antecedente dell' acqua del Po, o pure il fondo del medesimo, e di questo precisamente parla il padre Castelli, al sentimento del quale, perchè convinti dalla ragione, di buona voglia ci sottoscriviamo.

Con tale intendimento si sono avanzati a determinare la misura precisa molti Autori, li quali ne hanno pubblicati i calcoli, e fondamenti di essi, che noi qui sommariamente riferiremo, aggiungendovi il nostro desunto dalle misure delle sezioni del Reno, e del Po, prese in quest' ultima visita.

Il Barattieri nella sua architettura d' acque *prop.* 2. *lib.* 5. *pag.* 222. dopo diverse considerazioni fatte sopra questa materia conclude. *Quand' anche il Reno fosse la dicessettesima parte del Po non alzerebbe poi nè anche più di tre quarti d' un piede d' avvantaggio alla maggiore escrescenza, che fare possa il pienissimo Po, quando le fosse aggiunta l' acqua del pienissimo Reno, ec.*

Il signor Gio. Domenico Cassini ora astronomo di sua Maestà Cristianissima nelle sue scritture fatte sopra questo particolare, che si trovano nel libro intitolato: *Raccolta di varie scritture, e notizie concernenti la remozione del Reno dalle valli, ec.* dice che il Reno non può alzare sensibilmente le maggiori escrescenze del Po, e dipoi conclude, che tale alzamento non oltrepasserebbe once 4. ec.

Il Padre Riccioli di patria Ferrarese, e della compagnia di Gesù,

nel lib. 6. della sua Geografia riformata al cap. 30. tratta assai diffusamente questa materia, e calcola, che se l'acqua del Reno farà tre miglia per ora, l'aumento dell'altezza in Po sarà poco più di once 6, se 4. miglia arriverà a once 9, e se cinque miglia, cioè che il Reno nelle piene sia egualmente veloce; che il Po (supposizione non vera) non eccederà once 11. e conchiude *Interim certe renunciare mihi posse videor, nunquam, Rhenum additurum Pado plus uno pede, immo nec pedem, nisi Rhenus plenissimus ingrediatur Padum plenissimum, ec.*

Il padre Claudio Milliet de Chales della medesima compagnia, nel tomo secondo del suo Mondo matematico al trattato *De Fontibus naturalibus prop.* 55. valendosi delle misure desunte dal Padre Riccioli, e calcolando sul principio differente da quello del Castelli conclude, che l'alzamento ricercato sarebbe $\frac{6}{7}$ di piede con queste parole. *Dico ergo altitudinem Padi ante immissionem Rheni Bononiensis, ad ejusdem altitudinem post immissionem ejusdem Reni esse ut* 54. $\frac{1}{4}$ *ad* 55. $\frac{3}{4}$, *seu ut* 217. *ad* 223. *fiat ergo ut* 217. 223. *ita altitudo* 31. *ad altitudinem* 31. $\frac{186}{217}$ *seu fere* $\frac{6}{7}$ *hoc est fere uno pede intumescet Padus*; ma non sono che once 10. 3.

Per fondare il nostro calcolo, prenderemo due sistemi in ordine al crescere le velocità. Il primo è, che le velocità sieno proporzionali all'altezza viva dell'acque; ed il secondo, che le medesime velocità sieno tra di se in proporzione sudduplicata dell'altezze vive delle medesime. Il primo è seguitato dal Castelli, Barattieri, Cassini, e Riccioli, ed il secondo dal Torricelli, dal Baliani, e dal P. de Chales, ed è da noi dimostrato nel libro terzo della misura dell'acque correnti al corollario primo della proposizione seconda.

Servendosi della prima supposizione, noi troviamo l'alveo del Po al passo di Lago scuro largo piedi 761. ma diciamo solo 760. alto nelle somme escrescenze piedi 31. misura concorde col sentimento di tutti gli autori, e non discorde dalle misure di quest'ultima visita. Similmente troviamo la larghezza dell'alveo del Reno alla Botta degli Annegati piedi 189. e l'altezza ragguagliata supponiamola piedi 9. anche maggiore di quello che è stata adoprata dal Riccioli, che la determina piedi 8. Facciasi in primo luogo il quadrato dell'altezza del Po piedi 31. e sarà 961. e questo moltiplicato per la larghezza del medesimo piedi 760. sarà 730360 numero, come chiama il Barattieri latiquadro dell'acqua del Po. Similmente rispetto al Reno facciasi il quadrato dell'altezza piedi 9. e sarà 81. e questo moltiplicato per la larghezza del medesimo piedi 189. ed il prodotto sarà 15309. numero latiquadro dell'acqua del Reno, e del Po unite; si sommino assieme li predetti due numeri, e si avrà 745669. Partasi questo latiquadro per la larghezza del Po, e ne verrà il quoziente 985 $\frac{7}{76}$ la

cui radice quadrata è 31. $\frac{19}{31}$, ovvero piedi 31. once 4 $\frac{2}{3}$, e perciò verrebbe il Po pieno per l' aggiunta del pienissimo Reno a crescere once 4 $\frac{2}{3}$.

Nel secondo sistema ordinando il calcolo, come nella medesima proposizione ottava del lib. 3. *della misura dell' acque correnti*. Tra le due altezze piedi 31. del Po, e piedi 9. del Reno si trovi un numero medio proporzionale, che sarà 16 $\frac{23}{32}$, e sarà la proporzione di 9. a detto numero, quella delle velocità, la cui triplicata è di 9. a 57 $\frac{19}{32}$, e componendo questa con quella delle larghezze 189. e 760. ne nasce la proporzione dell' acqua del Reno a quella del Po, quella che ha 9. a 235. ed unendo assieme queste due quantità si farà 244. cubo dell' acqua del Reno, e del Po unite assieme, ed il cubo dell' acqua del Po solo resterà 235., le radici cube de' quali numeri sono per Reno, e Po uniti 6 $\frac{23}{126}$; e per Po solo 6 $\frac{2}{126}$ la proporzione duplicata delle quali sarà quella dell' altezze; e perciò riducendo alla denominazione del rotto le dette radici cube cioè a 775. e 784. e trovato un terzo proporzionale 793. sarà la proporzionale di 775. a 793. quella, che avrà l' altezza del Po solo, all' altezza del Po accresciuto da Reno; talchè per la regola aurea così starà 775. a 793. come piedi 31. altezza del solo Po, a piedi 31. once 8 $\frac{2}{3}$ altezza del Po unito all' acqua del Reno, e perciò aggiungendosi il Reno altissimo al Po altissimo, non potrà farlo crescere che once 8 $\frac{2}{3}$.

In tutti li soprannotati calcoli si dee avvertire, che gli autori, secondo l' uso comune de' matematici, prescindono dalla resistenza delle sponde, e del fondo dell' alveo, nel calcolare le quantità dell' acqua dell' uno, e dell' altro fiume; e perciò riescono sempre maggiori delle vere. E perchè maggior resistenza patisce il Reno nel proprio alveo, che Po nel suo, atteso che le figure simili, quanto sono minori, tanto maggiore hanno la circonferenza in proporzione dell' area propria, e le resistenze sono proporzionali alle circonferenze resistenti, quindi molto maggior differenza intercede tra l' acqua calcolata del Reno, e la vera di esso, di quella che sia tra l' acqua calcolata del Po, e la vera del medesimo. E perciò la proporzione dell' acqua del Reno a quella del Po viene ad essere minore della proporzione, che apparisce dal calcolo, e per conseguenza l' alzamento vero dovrà riuscire alquanto minore, di quello concluda il calcolo medesimo.

S' avverte in secondo luogo, che gli alzamenti calcolati suppongono l' alveo invariato, cioè della stessa larghezza, e profondità, siccome il Reno col Po nelle massime piene. Quest' ultimo caso, o non verrà mai, o una sol volta nel corso d' un secolo; e perciò vi sarà tempo da proporzionarsi l' alveo, prima che esso succeda, e venendo troverà l' alveo allargato, e profondato tanto, che l' alzamento dell' acqua non succederà a quel segno, che si figurano gli autori,

supponendo l' identità delle misure dell' alveo presente. Quindi si potrebbe probabilmente, e ragionevolmente concludere, che non vi fosse bisogno d' alzamento veruno nell' arginature del Po, quand' anche fossero proporzionate all' acque sole di questo; ma perchè la serietà del presente trattato ricerca, che s' operi con ogni maggior cautela, non ricusano i Bolognesi, abbenchè persuasi di non esser tenuti a farlo, di concorrere all' elevazione degli argini predetti di Po, ne' luoghi, dove la livellazione già fatta ne indichi la necessità, e la quantità, la cognizione di che spetta interamente al purgatissimo giudizio, ed incorrotta giustizia dell' EE. VV.

Rispetto poi alla seconda parte di questo articolo *sin dove gli argini si debbano rialzare*, si riflette, che le piene del Po quanto più s' avvicinano al mare, tanto meno si rendono elevate sopra il piano delle campagne, sino che vicino alle spiagge interamente s' incassano. Quindi la linea della superficie degli argini cammina concorrente ad un punto con quella del pelo d' acqua, o sia cadente delle massime piene scaricate sul pelo alto del mare, nel qual luogo si trova il punto del concorso delle accennate due linee; e di qui ne nasce, che dovendosi v. g. alzare gli argini once 9. alla Stellata, ed essendo necessario un alzamento proporzionale per tutto, a mezza strada tra la Stellata, ed il mare, basteranno once 4. $\frac{1}{2}$, a' tre quarti della medesima once 2. $\frac{1}{4}$, ec. E rispetto al principio, e fine di tale rialzamento, potranno questi desumersi dalla nota del vivo degli argini trovato sopra l' ultima piena de' 15. Giugno prossimo passato. Il che tutto potrà far conoscere, che non molta sarebbe la spesa del rialzo necessario dell' arginature del Po, e certo non tale da frastornare operazione sì avvantaggiosa, come questa, di cui ora si tratta.

Per fine non si sa conoscere quale altro effetto, oltre gli accennati possa partorire il Reno alto in Po alto, ed essendocene per avventura suggerito alcuno non mancheremo al solito di sottoporre riverentemente al giudizio dell' EE. VV. il nostro libero, e sincero sentimento sopra di esso, ec.

SCRITTURA X.

DEL PO GRANDE.

Sopra la stessa materia dell' alzamento del Po pieno da Reno pieno avevano i Ferraresi dato un calcolo, per un tal effetto si provava dover essere molto maggiore del calcolato dal Guglielmini, il quale però rispose con altra scrittura, di cui abbiamo qui solamente data quella parte che è necessaria.

In ordine all' alzamento delle piene dopo il proporzionamento del-

l' alveo del Po già abbiamo detto il nostro sentimento, che le piene abbasserebbero, e faremo costarlo meglio a suo luogo. Per quello poi che portasse l' alzamento dell' acqua del Reno sopra la superficie antecedente del Po aggiugneremo, che sino a tanto che non si addurranno ragioni, o esperienze convincenti, non ci persuaderemo mai, che il Reno sia per interrire l' alveo del Po, non l' avendo interrito Panaro, nè altri fiumi che vi corrono dentro torbidissimi.

Per quello che spetta alle misure delle sezioni de' due alvei di Po e Reno, poco ci scostiamo dal sentimento de' signori Ferraresi, se non che ci pare molto lontano dalla verità il prendere 14. piedi per misura ragguagliata dell' altezza delle piene di Reno. Alla Botta degli Annegati, dove pure è il gorgo mantenutovi dalla tortuosità, e dal basso che vi è, si è trovato nel maggior fondo sotto il piano degli argini piedi 14. 3. 7, e al pilastrino della Pieve piedi 13. 8. 5. Bisogna pure che vi sia nelle massime piene almeno un piede di vivo, onde la misura della piena nel maggior fondo non può mai essere più di piedi 13. 3. 7, e piedi 12. 8. 5, e molto minore detratta la profondità del gorgo che nell' uno e nell' altro luogo è notorio. Ragguagliata poi questa maggior profondità ridotta ad altezza viva di acqua con le minori di piedi 9. 8. 6. ed anco 5. che si trovano nella stessa sezione, chiaro apparisce che più al vero s' accosta la misura ragguagliata di piedi 8. determinata dal padre Riccioli, e accresciuta da noi per maggior cautela sino a piedi 9. di quella modernamente assunta da' signori Ferraresi per fondare il loro calcolo.

La velocità attribuita al Reno sino a farlo correre miglia 8. per ora, è una esorbitanza stravagante convinta di falso dalla esperienza medesima, perchè se fosse vera bisognerebbe che la piena di Reno da Bologna si portasse a Ferrara al più in 4. ore, e pure vi spende sino a 12. per giungervi. Il ristringere poi la velocità del Po da 5. a 4. miglia per ora, è fatto senza fondamento veruno, non valendo la proporzione della maggiore, o minore caduta dove si ha altezza viva di acqua considerabile, che è quella che regola le velocità. Il ritardo finalmente fatto alla corrente del Po da' venti che le soffiano contro, non è così accertato come si suppone, e abbenchè venga asserito dal padre Castelli, tale sentimento però è impugnato dal padre Cabeo della compagnia di Gesù, che per essere di patria Ferrarese ne potè osservare gli effetti nel Po medesimo, asserendo affatto insensibile tale ristagno. Ed invero il vento non fa altro che un ondeggiamento nell' acqua, il quale occulta la velocità della medesima, ed alle volte fa apparire che corra al contrario benchè essa seguiti come prima il suo corso; ed in fatti non si eleva di superficie, se non quanto porta l' ondeggiamento, come dovrebbe fare se gli fosse ritardata la velocità.

Dalle dette alterate misure si calcola che Reno pienissimo farebbe alzare il Po pienissimo piedi 7, e supponendo la velocità di Reno ridotta a miglia 6, ed accresciuta quella del Po fino a 5. o 6, si riduce l' alzamento a piedi 4 $\frac{1}{2}$, e poi finalmente a piedi 3. once 7.

Abbenchè nella copia della scrittura comunicataci, manchi per inavvertenza del copista qualche riga o parola che oscura il metodo tenuto nel calcolare, nulladimeno da' numeri espressi ricaviamo che nel computo non si ha verun riflesso alla velocità maggiore che acquisterebbe il Po per l' aggiunta dell' acque del Reno, se non per altro, perchè elevandosi la superficie dell' acqua del Po piedi 7. di più, altrettanti ne acquisterebbe la di lui superficie sopra il pelo del mare, e secondo il principio di regolare le velocità a ragione di caduta dovrebbe considerabilmente accrescersi quella del Po.

De' supposti, e metodo di questo calcolo, non confermato da alcuna dimostrazione, nè convalidato dall' autorità di autore veruno dimostreremo l' insussistenza da diversi assurdi che ne derivano. Primieramente si calcola l' acqua che scorre pel Reno pienissimo in un' ora piedi 67198320, e noi da' numeri di questo compnto (non vedendolo espresso nella scrittura de' signori Ferraresi) troviamo che il Po in tempo eguale scarica piedi cubi d' acqua 298659200. Dividendo la quantità maggiore per la minore troviamo nel quoziente 4 $\frac{29}{67}$, che vuol dire che l' acqua del Po pienissimo non arriverebbe ad essere quattro volte, e mezzo maggiore di quella del Reno pienissimo, cosa fuori d' ogni ragione. Secondo, se ognuno de' fiumi che entrano nel Po eguali al Reno, che vengono giudicati dal Barattieri essere 38, supponiamo noi che non sieno più di 20, facessero piedi 7. d' altezza nel Po, bisognerebbe che questa ascendesse a piedi 140. eppure non è maggiore di 31. in 32. Terzo se Panaro, la cui acqua è eguale se non maggiore, o almeno poco minore di quella del Reno, avesse cagionata tale altezza, non essendo nella di lui rivolta al Po grande stati alzati gli argini avrebbeli nella piena sormontati, e pure ciò non è seguito non ostante che la rivolta fosse non delle sole acque di Panaro ma di più di quella parte del Po, che nelle piene correva verso Ferrara quando si apriva l' intestatura al Bondeno.

Quello che è stato necessario a stabilire con evidenza il nostro calcolo è qualche anno che sta sotto la censura de' letterati, e tutto il resto sta notato nella nostra scrittura. Se fosse stato bisogno di stabilire il corpo d' acqua che il Reno pienissimo scarica in un' ora, non ci sarebbero mancati i mezzi per farlo, ma perchè ciò non occorre, bastando il determinare la proporzione che ha l' acqua di Reno pienissimo, a quella del Po pienissimo, perciò si è tralasciato di fare questo calcolo. Che il vento ritardi la velocità del Po si pretermetta senza concederlo, e senza negarlo; ma che tal causa non

possa operare sensibilmente si prova così. Se il vento ritardasse la velocità d'un fiume in una sezione determinata, è dimostrato che la velocità, prima del ritardamento, alla velocità che resta dopo il ritardamento, ha da stare in proporzione reciproca dell'altezza viva dopo il ritardamento, all'altezza viva avanti il ritardamento. Ma le altezze dell'acqua prima, e dopo il ritardamento non hanno fra di se differenza sensibile, adunque non l'avranno nè anco le velocità, e perciò la velocità con la quale corre il Po impedito dal vento sarà insensibilmente differente dalla velocità non impedita del medesimo. In oltre il Po non ha un alveo dritto ma assai tortuoso, e perciò il vento che agisce sempre con la stessa direzione, in un luogo impedirebbe, in un altro aiuterebbe, in un altro non opererebbe, cosa impossibile da intendersi senza immaginare il Po in qualche caso come una scala, in un luogo alto poco sotto più basso, ed in altro luogo anco più basso. Perciò non vi è alcun bisogno di tassare la velocità del Po a causa del vento, sia quel che si voglia de' riflussi marini sopra il pelo de' quali già sono elevati gli argini a misura del bisogno.

Per far poi vedere ciò che operino i rigurgiti al di sotto nel far elevare la superficie de' fiumi influenti, si ripiglino le misure addotte da' signori Ferraresi nel principio della loro scrittura, dalle quali concludono che il rigurgito del Po pienissimo non lascia di vivo alla chiavica di S. Giovanni più che piedi 1. once 8, o piuttosto piedi 1. once 7, donde detratto il vivo di detta chiavica sopra le massime piene di Panaro di once 4. in circa restano piedi 1. once 3. Ciò supposto così si argomenta: o il Panaro è venuto colle sue piene trovando tal rigurgito, o no. Se si dirà non essere succeduto tale incontro di piene, non ostante che sia ormai un secolo che corre stabilmente nel Po, non si ha da dubitare, che tale accidente sia mai più per succedere. Se poi si risponderà essere venuto, adunque coll' elevarsi solamente piedi 1. once 3. di più sopra il pelo del rigurgito ha scaricate le sue piene nel Po, e pure le di lui piene quando corrono in Po basso hanno tanto maggiore altezza. Da ciò si deduce, che se un fiume il quale ha piedi 14. o 15. d'altezza nelle sue piene come Panaro dovendo cadere sopra un rigurgito di altezza di piedi 20. once 2. non si eleva più che piedi 1. once 3; l'acqua del Reno che scorrerà in altezza di poche once come si è dimostrato sopra quella del Po, non si eleverà per superare i gonfiamenti del mare che insensibilmente, e perciò nè anco per questo capo si toglie la verità del nostro calcolo.

SCRITTURA XL.

DEL PO GRANDE.

Dalla considerazione degli effetti del Reno in Po alto, si passò a quella de' suoi effetti in Po mezzano, e in Po basso, dividendola in tre articoli.

I. Quali effetti sia per fare Reno alto in Po mezzano.

II. Quali effetti possa fare in Po basso, e se le di lui piene cagioneranno aumento di froldi, e dirupamento di argini.

III. Se le chiaviche a destra, e a sinistra rimaranno danneficate.

A' quali capi rispose il Guglielmini colla seguente scrittura.

Rispetto al primo, quando il Po fosse mezzano, e vi arrivasse la piena del Reno, certo s' alzerebbe qualche poco più dell' once $8\frac{2}{3}$, calcolate nella risposta all' articolo 9, supponiamo, che arrivasse in tal caso anco all' altezza d' un piede, e per abbondare d' un piede, e mezzo. Sarebbe adunque alto il Po piedi $1\frac{1}{2}$ di più di quello, che fosse per essere senza l' acqua del Reno, ed equivalerebbe ad un Po mezzano d' un piede, e mezzo d' altezza di più, ma il Po alto piedi $1\frac{1}{2}$ sopra la sua mediocrità non partorirebbe effetto veruno pernicioso, ed in fatti non si pone di guardia ec. adunque il Reno aggiunto ad un Po mezzano non porterà alcun danno ec.

Le piene del Reno sono poi di breve durata, ed al più non eccedono 10. o 12. ore, onde a loro cagione non possono esser messi in contingenza gli argini ec.

Vedansi gli effetti di Panaro quando arriva sopra un Po mezzano, e tali anco potranno presumersi da Reno in parità di condizioni.

Al secondo, lo stesso proporzionalmente si ripete del Reno alto introdotto in Po basso, e non si vede per qual cagione il Po costituito in gran bassezza, che tale anco coll' introduzione dell' acqua del Reno, abbia da aumentare i froldi, e dirupare gli argini.

In risposta del terzo, circa il danno che ne potranno ricevere le chiaviche a destra, ed a sinistra del Po, si discorre così. I terreni, che non hanno scolo immediato al mare, lo hanno, o ne' fiumi, o nelle paludi, e tra quelli che lo hanno ne' fiumi, che di questi principalmente si parla nel nostro caso, altri l' hanno naturale, altri artificiale. Lo scolo naturale è proprio di quei terreni, i quali sono tanto alti, che non possono essere sormontati dalle piene de' fiumi, nell' alveo de' quali hanno l' ingresso; ma l' artificiale si pratica in caso che si sia obbligato di difendersi dalle escrescenze del fiume con argini, nel qual caso, ogni volta che l' acqua della piena sia tanto alta, che si renda superiore al piano delle campagne che si debbono

scolare, in vece che le campagne tramandino le sue acque al fiume; questo piuttosto inonderebbe i terreni per la stessa foce de' condotti destinati allo scolo, se non vi si provvedesse colle chiaviche destinate a levare colla chiusura delle cateratte la comunicazione tra il fiume, ed il condotto, e durante tale accidente è necessario, che l' acque piovane sieno trattenute ne' condotti, e fossi delle campagne, se pure non sono in tanta copia, che possono coprire la superficie del terreno. Quindi quelle campagne che non hanno caduta sopra il pelo ordinario del fiume è di necessità, che restino prive di scolo; e quelle che sono più alte del medesimo, godano maggiore, o minore felicità a ragione della propria altezza; molti terreni perciò hanno tanta felicità di scolo, che appena terminate le piogge non hanno più acqua ne' loro condotti, ed altri per la poca caduta le tramandano così lentamente, che hanno bisogno di più giorni, ed alle volte settimane per liberarsene intieramente. Queste principalmente a cagione di ciò si provvedono di condotti, quanto più si possa larghi, e profondi, perchè la larghezza supplisca al difetto della velocità, e la profondità dia caduta alle campagne, e maggior facilità allo spianamento dell' acqua, anzi a tale effetto le soglie delle chiaviche si tengono il più che si può sotto la superficie dell' acqua bassa.

Al chiudere che si fa una chiavica, oppure all' alzamento dell' acqua del fiume, si eleva il pelo dell' acqua ne' condotti sino ad equilibrarsi col suo principio più alto, e non mai di più, e sino che l' acqua del condotto non sia alzata alla sua suprema altezza; sempre scolerà, comecchè vi sarà sempre qualche caduta sul pelo del fiume, e la ragione per la quale li chiavicanti non hanno altra regola per chiudere, o aprire la chiavica, che di vedere se sia più alta quella de' condotti, o pure quella del fiume.

Molte volte succede, che ne' condotti non v' è acqua da scolare, ed in tal caso in ordine a questo motivo torna lo stesso a tener chiuse, o aperte le chiaviche, ma perchè trovandosi i condotti in tale stato possono venire le piene del Po, e rigurgitando colle torbide interrirli, quindi torna più conto tener chiuse le chiaviche, che aperte, e chi le lascia aperte si può vedere spesso obbligato a serrarle per ogni poco d' alzamento d' acqua che succeda nel fiume, senza che perciò s' impedisca lo scolo alle campagne, le quali però essendo ferraci d' acqua, scolerebbero sopra un pelo molto più alto.

Tale chiusura di chiavica perciò non è mai necessaria, che per quel tempo che dura la piena, cessando la quale ritorna la libertà di poterle di nuovo riaprire.

Applicando questo discorso al caso presente delle chiaviche, che si ritrovano nell' una, e nell' altra ripa del Po, chiaramente si vede, che non v' essendo campagna alcuna, nè da una parte, nè dall' altra,

che non abbia molti piedi di caduta sul pelo basso di esso (posciachè nel tempo della visita correvano felicemente tutte le chiaviche, ed il Po non era bassissimo, dal che si conosce, che se i condotti avevano caduta, molto più ne avevano i terreni, che scolano ne' condotti) potrà alzarsi considerabilmente l' acqua bassa del Po per l' aggiunta dell' acque del Reno, senza che perciò si levi lo scolo a' terreni adiacenti.

Che se le chiaviche si chiudono al venire di Panaro, può essere che ciò molte volte segua per impedire l' interrimento de' condotti.

Per altro quando si chiudessero coll' interrompimento dello scolo, bisogna bilanciare il danno che vi accrescerebbe il Reno. Consta dalla visita, che molte chiaviche stanno serrate tre mesi dell' anno, altre cinque, sei, otto, e più. Quante piene del Reno verranno a questo tempo? certo se non tutte, almeno la maggior parte, e perciò è chiaro, che il Reno non opererà cosa alcuna di più di quella che farà il Po stesso nel caso presente.

Quando viene la piena al Reno, per lo più viene anco a Panaro, ed agli altri fiumi dell' Appennino. La piena di Reno precede quella di Panaro sei ore, adunque le chiaviche si dovrebbero serrare sei ore prima, e questo sarebbe tutto il danno che apporterebbe il Reno alle chiaviche; delle quali quelle che stanno serrate poco (segno che hanno gran caduta) dal venire Reno in Po basso non patirebbero di sorta alcuna; al contrario, quelle che stanno serrate 8. e 9. mesi poco danno riceverebbero, perchè nel tempo che stanno aperte, poche piene del Reno verriano, e Dio sa, se in un anno s' incontreria a vedersene pure una, e vedendosene alcuna, forse la somma del tempo, che dovrebbero star chiuse per causa del Reno non arriverebbe a 24. ore, differenza insensibile, quando anche i condotti non avessero sfogo ad altra parte.

Se poi fosse vero, quello che asserisce il padre Riccioli nel luogo altre volte citato, che le piene di Panaro vengono prima di quelle di Reno, egli è evidente, che non s' altererebbe mai lo stato delle chiaviche, se non quando venisse o Reno solo, ovvero Panaro, e dopo Reno solo, caso raro, e di poca durata. E poi si dovrebbe anche riflettere, che non ogni alzamento d' acqua bassa del Po fa chiudere le chiaviche, ma solo quella che supera la caduta degli scoli, ed in tale stato, certo è, che una breve piena non può durare che pochi momenti, onde avendo considerazione a ciò viene anche a scemarsi il tempo della chiusura delle cateratte.

In somma se si rifletterà seriamente a questo fatto si conoscerà, o la nullità, o la insensibilità del danno, che si suppone fosse per apportare il Reno alle chiaviche, e quando vi fusse non sarebbe in

alcuna maniera paragonabile a' tanti benefizi, che nasceranno a tutte le provincie dall'introduzione del Reno in Po.

Il motivo degl' interrimenti delle chiaviche si tralascia, perchè non merita riflessione veruna, e perchè è stato detto quanto occorreva nel §. 10. della nostra scrittura al versicolo *Rispetto poi ec.*

SCRITTURA XII.

DEL PO GRANDE.

Avendo i Ferraresi esibito anch' essi il loro parere sopra i medesimi articoli, fu replicato dal Guglielmini nel modo seguente.

Che il Reno nel Po mezzano sia per fare maggiore alzamento, che in Po alto, non si vuol negare, e pure si potrebbe, e dovrebbe se fosse buono il metodo del calcolo usato da' signori Ferraresi, nel quale non è considerato l' aumento della velocità, nella quale viene ad essere constituito il Po alto sopra quella che ha il Po basso. Che poi dovesse detto alzamento farsi tanto maggiore, quando venissero piene replicate del Reno, da noi non s' intende, anzi ci pare alieno dalla verità, comecchè il replicare delle piene non fa altro, che o mantenere, o rimettere nel Po la stessa altezza per prima cagionata, anzi per la ragione addotta, se il Reno è il primo ad entrare nel Po, e lo trovi mezzano vi farà qualche alzamento, che gli è proprio, ma rivenendo nuove piene giungeranno nel mentre anche quelle degli altri fiumi, li quali elevando maggiormente il corpo d' acqua nel Po, faranno che la seconda piena del Reno non aggiungerà tanto d' altezza al Po, quanto la prima, e la terza, quanto la seconda ec.

Il ripetere che si fa l' impedimento de' flussi marini, ed il contrasto del vento alla corrente, ci obbliga a far apparire quanto sia il valore del primo, parendoci che a bastanza possa costare dal nostro foglio antecedente della instabilità del secondo.

Sia BC (*fig.* 4. *tav.* 3.) la superficie bassa del mare, AB il pelo cadente del Po sino al suo sbocco, BD la profondità di esso, e corra l'acqua del Po in tale stato, che sia permanente. Certa cosa è, che la velocità dell' acqua nello sbocco BD sarà precisamente quanto basta per iscaricare nel mare l'acqua corrente del Po, nè più nè meno, e questa o sarà cagionata dall' impeto procedente, oppure dall' altezza AF, GH, IL, che superino d' attività l' altezza dell' acqua marina nello sbocco BD. Supponiamo ora, o pel flusso, o per la restia, elevarsi l' acqua del mare da B in E, in maniera, che la superficie del Po da AB s' alzi in ME, la quale superficie acquistata che sia, non si muti più, sino che non si abbassa il punto, e supponghiamo, che l' altezza

DE sia doppia della DB; correrà dunque nel mare per la sezione dello sbocco DE d'altezza doppia della BD, e della medesima larghezza (che così vogliamo supporla, abbenchè in fatto riesca molto più larga) nè più, nè meno, che prima, tutta l'acqua del Po, e la velocità sarà precisamente quella, che basti per scaricarnela, saranno perciò reciprocamente proporzionali le velocità della sezione prima, e seconda, e le altezze delle sezioni seconda, e prima, e perciò sarà la velocità della sezione ED, la metà della velocità della sezione DB, ma per imprimere una velocità la metà minore d'un'altra, basta anche la metà della causa, e questa non è altra, che o la forza dell'altezze delle sezioni antecedenti, o l'impeto precedente, che però viene a risolversi finalmente nella prima; adunque basterà la metà della forza predetta, o dell'impeto; quindi supposto che AN, sia l'eccesso necessario dell'altezza AF sopra la BD, per dare la velocità necessaria alla sezione BD, molto minore dovrà essere l'eccesso OM dell'altezza MF sopra la ED, per dare alla sezione DE la metà solo della predetta velocità; e perciò le due linee AB, ME cadenti del Po, prima, e dopo il gonfiamento del mare, saranno correnti dalla parte di sopra del Po, e dove s'incontreranno, ivi sarà il termine, sino al quale risenta la marea, che dal detto d'un testimonio registrato nella visita, non oltrepassa Francolino.

Si ricava da questa dimostrazione, che l'effetto maggiore del ristagno del mare, è nello sbocco, e che nelle parti superiori sempre si rende minore, e minore sino al ridursi a niente.

Si raccoglie in secondo luogo, che quanto più si elevano i rigurgiti, tanto meno inclinate sono le cadenti della stessa piena, perchè minore è la proporzione dell'altezza della sezione nello sbocco, durante il rigurgito all'altezza della sezione fuori del tempo del rigurgito.

Supponiamo ora, che la superficie A sia quella, che compete alla somma escrescenza del Po solo, e che questa debba accrescersi per l'intromissione del Reno altissimo.

Dal dimostrato da noi, mediante il calcolo esibito nel congresso antecedente, apparisce doversi alzare il Po nel luogo della sua introduzione once 8 $\frac{2}{3}$. Tale altezza però è certo, che non potrà continuare fino allo sbocco; ma dovendo la superficie del Po, anche elevata dall'acque del Reno, spianarsi allo sbocco sul pelo del mare, che però a ragione del maggiore influsso non si eleverà maggiormente, manifestamente apparisce, che l'altezza cagionata dal Reno nel Po, anderà scemandosi quanto più s'anderà avvicinando alla marina, per appunto colla stessa proporzione dell'avvicinamento. Ma non ostante supponiamo pure, per abbondare in cautela, anche a pregiudizio della verità, che mantenga la stessa elevazione per tutto senza profondarsi l'alveo, come necessariamente dee seguire, e che giunta allo sbocco

non si spiani, ma stramazzi sopra la superficie del mare dell' altezza predetta. Immaginiamoci poi, che sopraggiunga nello stesso tempo una burrasca di mare delle maggiori, che lo faccia gonfiare sino in E, eleverassi dunque la superficie RS, v. g. in PE, e per quello che di sopra si è dimostrato, saranno le linee SR, PE convergenti alle parti R, M vero, e non tanto quanto le AB, ME senza l' accrescimento fatto dal Reno, or vediamo, se sia sensibile l' elevazione della linea EB sopra la ME.

Dal preaccennato calcolo apparisce, che la proporzione dell' acqua del Reno pienissimo a quella del Po pienissimo è di 9. a 235. ovvero di 1. a 26. $\frac{1}{9}$; dovendo perciò passare per la stessa sezione DE tanto il Po solo eguale a 26. Reni, quanto il Po unito col Reno, che equivalerà a Reni 27. saranno le velocità, come le quantità dell' acqua, adunque come 27. a 26. così dovrà stare la velocità del Po unito col Reno, alla velocità del Po solo allo sbocco, e supponendo che l' inclinazione della linea AB sia quanta basta, perchè l' acqua allo sbocco cammini con velocità di gradi 26. dovrà tanto elevarsi la PE, che basti, perchè l' acqua cammini colla velocità di gradi 27. ed aggiunga a tutta l' acqua del Po nella stessa sezione ventisciesima parte della velocità precedente.

Supposto poi l' abbassamento necessario del fondo FD, che comincerà a farsi nella prima piena, accrescendosi la sezione, sarà necessaria minor velocità, e perciò sarà meno inclinata la PE, e molto più s' accosterà alla ME.

Sul fondamento de' quali due motivi chiaro apparisce, che poca dovrà essere l' altezza da farsi dal Reno sopra l' acqua del Po sostenuta dal gonfiamento del mare, e minore delle once 8 $\frac{2}{3}$, perchè se le dette once 8 $\frac{2}{3}$ bastano per giungere il 26. della velocità necessaria in una sezione più piccola e più veloce superiore al luogo del ristagno, molto più potranno aggiungerlo in una sezione maggiore, e meno veloce, quali sono tutte quelle, alle quali arriva l' effetto del sostentamento del mare, e se l' altezze vanno scemandosi a ragione delle vicinanze, che acquistano al mare, tanto minore dovrà essere l' alzamento del Po accresciuto dal Reno sopra la superficie di se solo sregolata sul mare alto.

Non ostante il rallentamento del moto, che accade all' acque del Po sostenuto dal flusso marino, non succede nello stato presente interrimento veruno, adunque molto meno succederanno tali interrimenti accresciuta che sia la velocità $\frac{1}{26}$, come di sopra si è dimostrato.

SCRITTURA XIII.

DEL PO GRANDE.

Di bel nuovo essendo stata data per parte de' Ferraresi una replica sopra i medesimi tre articoli fu ribattuta dal Guglielmini come segue.

La forza non consiste sul crescere più o meno il Po mezzano a cagione dell' acqua del Reno, perchè secondo il di lui diverso stato di mediocrità varia l' alzamento, ma bensì sull' istessa mediocrità del Po; di cui in tutti gli stati si ha esperienza, essendo certo che la mezza piena del Po poco opererà di più, o di meno per esser fatta o dall' acqua de' fiumi col Reno, o senza di esso, purchè il resto delle condizioni si uguagli. Si ristringe dunque il dubbio a paragonare il danno che apporta ne' froldi ec. in Po mezzano, v. g. di piedi 10. in altezza, con quello che apporterebbe se per esempio la piena fosse alta due piedi di più, e durasse in tale stato quanto dura quella di Reno, e l' eccesso sarebbe il danno che farebbe il Reno introdotto in Po mezzano. A noi certo pare che tal differenza non vi sia, oppure sia insensibile, ed esagerandola i signori Ferraresi spetta all' EE. VV. il giudicare la verità.

Per rispondere poi agli argomenti *ad hominem* replicatamente portati basterebbe ritorcerli, valendosi per antecedente delle proposizioni de' signori Ferraresi, ma noi come che sfuggiamo di valerci di simili logiche sottigliezze per informare l' EE VV. in materia così grave, ci basta di chiarire la materia. Diremo dunque che non ogni piena nè in qualunque stato o durata, deteriora i froldi, perchè non ogni differenza di velocità basta a rodere le ripe ec. altrimente bisognerebbe che anche il Po basso facesse continuamente effetti simili, e pure l' esperienza dimostra ciò non succedere.

Perchè si facciano froldi o si deteriorino, vi vuole l' unione di più cause come a dire d' impeto sufficiente, e forse non con una sola direzione, ma vorticoso, tanto orizzontale, che verticalmente, e perciò vi si richiede la disposizione delle ripe le quali tanto rovinano, quanto più s' accostano al perpendicolo, unica cagione per la quale i signori Ferraresi rimediano a' froldi con iscaricarli, che vuol dire col renderli inclinati considerabilmente verso il corso dell' acqua, e con levar loro i risalti i quali rompendo il corso all' acqua, ma non sufficientemente resistendo, sono la principal cagione di essi, e vi concorrono di più le disposizioni de' fondi, le direzioni delle ripe, del filone ec. come è manifesto, ed apparisce da quanto sopra questa materia hanno lasciato scritto copiosamente gli autori. La minor parte

adunque in produrre tale effetto, è quella della copia dell'acqua, unicamente allegata da' signori Ferraresi, e questa molte volte è rimedio, essendo certo che succede spesso che al cessar d'una piena si trova un froldo antecedentemente in pessimo stato, o non deteriorato di sorte veruna, o qualche volta anche migliorato dalle deposizioni che vi ha fatte la piena medesima.

Che in Reno vi sieno froldi non dipende dunque dalla velocità del corso precisamente, ma vi concorre di più l'angustia delle ripe, che non si trova nel Po, siccome la strettezza delle molte, propria de' fiumi piccoli. Non vale dunque l'argomento: *Reno corrode le ripe del suo alveo, adunque anco maggiormente rovinerà quella del Po, introdotto che vi sia*.

Per determinar poi se Reno possa partorire danno alle chiaviche e di che peso esso sia, bisognava cercare il perchè si fabbricano, si custodiscono, si aprono, si chiudono ec. ad effetto di levare gli equivoci, e l'apparenze, una delle quali si è il dire, che trovandosi in qualunque stato l'acqua del Po e quella de' condotti, e dato che perciò non dovessero serrarsi le chiaviche, sempre sarà vero che tanto meno d'acqua si scolerà per esse, quanto maggiore sarà l'elevazione del Po; attesochè concessa anco tale proposizione la quale però patisce molte limitazioni, bisogna per istabilire il danno, prima provare, che tale diminuzione v. g. fatta oggi, calando il Po domani non si ripari, essendo certo che l'acque trattenute, quando si apre loro libero il corso fluiscono con più velocità, come succede ne' fiumi che risentono il flusso del mare allo scarico de' quali il flusso predetto niente pregiudica, non cagionando altro che maggiore alzamento del pelo d'acqua sinchè egli dura, e cessando l'uno cessa l'altro, scorrendo il fiume con più violenza nel riflusso.

Che le acque de' torrenti le quali fanno crescere il Po continuino per molti giorni, può essere vero parlando di tutti i fiumi dell'Appennino, che vengono successivamente uno dopo l'altro, ma ciò non può applicarsi a Reno che si considera nella sola sua piena, ed è certo che cessando questa allo sbocco deve cessare conseguentemente anco l'altezza che fa nel Po. Adunque non potrà durare tale elevazione se non quanto dura la piena. Ne ha che fare in questo caso la maggiore velocità del Po, perchè questa influisce nell'altezza, e nel far distendere la piena del Reno più presto in se stesso, e conseguentemente farla giungere più presto al mare, e con pari ragione al cessare della medesima farla tanto più presto mancare nell'alveo del Po, e non come si asserisce, farla calare più presto di quello che crebbe.

L'infelicità degli scoli che provano i Bolognesi nelle loro campagne non è un semplice interrompimento di poche ore come al più

sarebbe quello delle chiaviche che sboccano nel Po introdotto che vi fosse Reno, ma bensì è continua, ed accompagnata da perpetue inondazioni, che sempre maggiormente s' avanzano, al qual danno non ha veruna proporzione quello che in contrapposto si pone da' signori Ferraresi.

SCRITTURA XIV.

DEL PO GRANDE.

Tre articoli furono poscia sottoposti all' esame, sempre in ordine alla detta linea di Po grande, e furono,

I. Se si accresceranno gli interrimenti nel Po con perdita del porto di Goro, e degli scoli del Polesine di Ferrara.

II. Se la linea del Po grande dopo il taglio Veneto si sia prolungata, e se ciò possa succedere senza rialzamento di fondo.

III. Degli effetti che ha prodotto nel Po grande l' introduzione di Panaro. Intorno a' quali esibì l' autore la presente.

Certo è che gl' interrimenti del Po non possono figurarsi che alla foce, o per dir meglio sopra gli scanni, e spiagge del mare, non mai nell' alveo proprio, perchè dov' è velocità di moto, non segue interrimento, ma nell' alveo del Po si trova in ogni stato velocità di moto, adunque nell' alveo del Po non succederà interrimento.

Considerando adunque gl' interrimenti degli scanni, si dice che bisogna distinguere l' articolo in più casi. Il primo è, che il Po si sparga per qualche sacco di poco fondo, piuttosto laguna, che mare. Il secondo, che s' incammini paralello alla spiaggia. Il terzo, che s' inoltri a dirittura nel mare. Il primo caso è succeduto dopo il taglio Veneto detto di Porto Viro, quando il divertito dal ramo delle fornaci fu voltato nella sacca di Goro, ed in tale stato di cose non v' ha dubbio che succedono interrimenti, come dipoi è seguito obliterandosi la detta sacca intieramente, ed il simile ha fatto il Lamone in quella di testa d' asino. Interrita la sacca di Goro, e cessato il primo caso, n' è seguito il secondo, mentre ora si vede che il ramo della Donzellina inoltratosi considerabilmente non nel mare, ma radente la ripa di esso ad unire le acque proprie con quelle del ramo d' Ariano, e ciò fa bensì una grandissima apparenza d' interrimento, perchè ordinariamente si misura colla lunghezza del fiume, ma in sostanza è poco, se si riferisce al ritiro del mare, che è quello che nel nostro caso bisogna considerare. Il terzo caso finalmente si vede ne' rami della Doana, e della Balliona, che più degli altri sboccano a dirittura nel mare. E questi non ostante portino il maggior corpo dell' acqua, poco s' avanzano nel mare, e per conseguenza pochi sono

gl' interrimenti, che da essi procedono, e sempre minori si renderanno quanto più s' avanzeranno a trovare il profondo del mare.

Non neghiamo, che per l' accrescimento dell' acqua del Reno, a quelle del Po non succedano alluvioni maggiori delle presenti, non tanto però quanta è la proporzione della torbida di Reno, a quella del Po, ma molto minore, perchè attesa la velocità, che aggiungerà il Reno a quella del Po, tanto più saranno portate al largo del mare le torbide, e perciò saranno deposte nel più profondo senza manifestarsi sopr' acqua.

Si considerano gli interrimenti predetti, o in ordine a se medesimi, o in relazione degli effetti che possono produrre. In ordine a se certo non sono perniciosi, perchè aggiungono terra all' abitazione degli uomini, e popoli alla giurisdizione del Principe. Gli effetti poi di essi non si vedono asseriti, che due, cioè del porto di Goro, ed intersecazione, e prolungamento della linea de' condotti, o sieno scoli del Polesine di Ferrara.

Rispetto al primo si dice, che il porto di Goro, o sia d' Ariano non si perderà, anzi si migliorerà coll' introduzione di Reno in Po, e si prova così: l' accrescimento dell' acqua ne' fiumi, che sboccano al mare profonda la loro foce, non ostante tutti gl' interrimenti laterali, adunque unendosi l' acqua di Reno a quella del Po si profonderà maggiormente la bocca di questo nel mare; e tanto più profonda, e capace si renderebbe, se fosse vero, che la proporzione del Reno pienissimo nel Po pienissimo fosse quella di 1. a $4\frac{1}{2}$, ma le foci de' fiumi son quelle, che in queste spiagge per lo più si chiameranno porti, adunque si renderanno tanto più profondi li porti; ma questi tanto sono migliori quanto più profondi, adunque i porti, tra' quali quello di Goro si renderanno migliori. Secondo, l' esperienza ha mostrato, che dopo che fu voltato Panaro al Po grande, ed obbligata tutta l' acqua di questo a correre pel ramo di Venezia, il Po d' Ariano s' è maggiormente scavato, adunque voltandovi anche il Reno maggiormente si scaverà, l' antecedente è dimostrato dal sommario 14. della nostra ultima scrittura, e la conseguenza è manifesta. Terzo, se il ramo della Donzellina s' unisce stabilmente, come di già ha cominciato a fare con quello d' Ariano, chi negherà che l' unione di queste due acque sboccando con maggior forza nel mare non radesse in gran parte lo scanno, che sta d' avanti al porto di Goro, e non aggiungesse maggior corpo d' acqua al medesimo? Due condizioni sommamente desiderabili per renderlo in buono stato, ma tale unione farebbe più presto il Po unito all' acque di Reno, che solo, adunque l' acqua del Reno coopererebbe a rendere più presto migliore il Porto di Goro.

Rispetto poi agli scoli del Polesine di Ferrara, il danno de' quali si

dice consistere nel prolungamento della linea, questo non si può stimare, che col considerare la loro natura, e gli effetti di detto prolungamento, la caduta di 13. o. 6. del cavo del Barco sino al mare misurata nella visita Corsini, distribuita che sia in miglia 50. dà per miglio once 3. piedi 1. $\frac{14}{25}$ supponiamo che la linea s' accresca miglia 10. allungamento da non succedere in molti secoli, in maniera che la detta caduta di piedi 13. o. 6. s' abbia da distribuire in miglia 60, ed allora ne verrà per miglio once 2, piedi 7. $\frac{3}{10}$ e perciò saranno l' acque de' scoli meno inclinati al piano basso del mare once o. piedi 6. $\frac{13}{50}$ per miglio, differenza insensibile, e da non partorire effetto veruno. Altra dunque è la causa del deterioramento degli scoli del Po di Ferrara, ed alle allegate nella nostra scrittura al §. 9. *verso per accertarsi, ec.* non lasciamo d' aggiungere, che le bonificazioni subito dopo fatte appariscono di superficie più alta, di quello sieno dopo qualche tratto di tempo, la ragione si è, che il terreno bagnato per lungo tempo dall' acqua si fa porosissimo, e leggero, e però s' alza di superficie, ma ascingato che sia comincia a condensarsi, e conseguentemente ad abbassarsi; adunque è possibile, che le bonificazioni del Polesine di Ferrara, in tempo che erano più alte potessero scolare, ed ora che sono più basse sieno restate prive di scolo non per difetto de' condotti, o del prolungamento della linea di essi, ma per colpa de' medesimi terreni abbassati di superficie. Finalmente se tutto ciò non ostante, saranno capaci di scolo lo potranno avere nel Po di Volano, senza temere (secondo lo stato presente di cose) mai più prolungamento di linea.

AL SECONDO ARTICOLO.

Si risponde, che il prolungamento della linea del Po si dee intendere in due maniere, paragonando cioè lo stato presente, o coll' antico, prima del taglio di porto Viro, o col più moderno dopo seguito detto taglio. Comparando lo stato presente coll' antico del Po, delle fornaci, diciamo che la linea presente ora è più breve dell' antica, come si può vedere dalle piante dell' uno, e dell' altro, ma nell' altro paragone non neghiamo, che il corso presente del Po non si sia avanzato nel mare più di quello fosse immediatamente dopo il taglio Veneto; non però tanto, quanto si suppone da chi misura l' allungamento pel ramo della Donzellina, mentre dee prendersi allo sbocco maggiore, cioè alla Balliona, e alla Doana.

Se il prolungamento della linea operi, o nò nell' alzamento del fondo de' fiumi, che corrono quasi che orizzontali, non ci arrischiamo di determinarlo, ma supposto che sì, ci assicuriamo bene di dire, che tale alzamento non può rendersi sensibile in pochissima pendenza

quale è quella del Po, ed in così grande distanza. Aggiungiamo, che introdotto che fosse Reno nel Po di Lombardia, comecchè necessariamente scaverebbe il fondo del Po per aumento dell' acqua, sarebbe esso il rimedio del rialzamento del fondo procedente dall' allungamento della linea.

AL TERZO ARTICOLO.

Gli effetti di Panaro dopo la sua introduzione nel Po sono molti.

Prima. il Po s' è profondato, ed allargato corrodendo molte spiagge arenose che aveva nel fondo.

Secondo, le piene del Po dopo l' introduzione di Panaro si sono fatte sempre meno alte; come costa da' confronti registrati nel libro intitolato *Raccolta di scritture concernenti la remozione del Reno, ec.*

Anche nella visita ultima è stato mostrato alla chiavica Pilastrese un segno, che nella visita Borromea fu detto di guardia, ed in questa di somma escrescenza; sotto il quale però la piena delli 13. Giugno prossimo passato è restata once 17. e pure per confessione di tutti questa è stata una delle più grandi, non mancandovi anche secondo il senso de' più scrupolosi, che due, o tre once al più per arrivare al segno delle massime escrescenze, e bisogna necessariamente che fosse così, perchè se in alcuni luoghi sono stati necessari li sorprasogli, perchè l' acqua non sormontasse gli argini, crescendo once 17. di più, sarebbe stato quasi impossibile il difendersi.

Terzo, non sono perciò seguite tante rotte come per l' avanti, come costa dal sommario settimo della scrittura de' signori Ferraresi, dove si numerano otto rotte seguite nel Po dall' anno 1561. sino al 1596. e sole tre dal 1596. al 1686. ed in questo intervallo cominciò a correr Panaro nel Po di Venezia.

Quarto, il ramo d' Ariano s' è reso più profondo di prima, come già s' è detto, ec.

SCRITTURA XV.

DEL PO GRANDE

Essendo stata data da' Ferraresi una scrittura sopra i medesimi tre articoli, replicò il Guglielmini in questa maniera.

Altro è l' interrimento dell' alveo del Po, o sia alzamento del di lui fondo, altro quello alla foce, ed altro quello che si fa lateralmente sulle spiagge. Rispetto ai primi due costantemente si niega che sieno

per seguire con tutta l' introduzione del Reno, e se ne è detto nel foglio, il perchè, e rispetto al terzo si concede, ma non ha che fare con la perdita del porto di Goro, che si trova alla foce del ramo di Ariano, non nelle spiagge, dove succedono le alluvioni. Il particolare degli scoli del Polesine di Ferrara si è sufficientemente esaminato nel nostro foglio, il che crediamo possa bastare per escludere l' asserzione contraria.

Circa il secondo articolo, se l' alzamento del fondo del Po a causa dell' allungamento della linea non avesse altro fondamento che l' asserito da' signori Ferraresi, da noi assolutamente si negherebbe, e non se ne sospenderebbe il giudizio come si fa sul riflesso di altre più potenti ragioni. Poichè non sussiste che intanto s' allunghi la linea, in quanto s' interrisce la foce, ma solo perchè le deposizioni laterali fatte sopra spiagge di poco fondo formano le ripe dove antecedentemente non erano, lasciando però sempre la stessa apertura allo sbocco, che per tal causa continuamente si avanza. Secondariamente il dire, che il fiume trova difficoltà a sboccare nel mare non ha che fare col prolungamento della linea, perchè quando succeda, come molte volte accade nei rami minori, particolarmente contrastati dalle burrasche, si aprono questi altro sbocco più breve, e più facile ad altra parte, e perciò piuttosto s' abbrevia che s' allunghi la linea. Terzo l' impedimento che fa il fondo dello sbocco dell' alveo al corso dell' acqua cagiona bensì, che la velocità del fondo *ex natura rei* maggiore, diventa minore, ma non però, come si asserisce, quasi stagnante in maniera da lasciare deporre le torbide; altrimenti seguirebbero continui alzamenti negli alvei dei fiumi; e tutte le foci di essi in breve tempo si oblitererebbero.

Da questi motivi adunque non siamo persuasi, che al prolungamento della linea debba necessariamente susseguire in ogni caso l' elevazione del fondo de' fiumi; certo nel Po non se ne trova indizio veruno; non ostante la linea più lunga, come si dice, di 14 miglia.

La nostra difficoltà consiste in determinare se quando il fiume per l' abbondanza dell' acque ha acquistato tanto di velocità da superare la contiguità delle parti, che costituiscono il proprio fondo sino a ridurle ad un piano orizzontale, possa perderla col prolungamento della linea, e perchè non sappiamo per ora determinarlo, siamo forzati di tenere in sospeso la risoluzione di questo quesito. Camminando però secondo le regole comuni de' fiumi minori, che richiedono inclinazione di fondo, sappiamo di certo non potere tale alzamento, quando vi fosse, riuscire che insensibile.

Circa il terzo articolo: che il Panaro faccia crescere l' acqua del Po non si nega, essendo giustificato il di lui alzamento circa mezzo piede. L' impedimento delle chiaviche è effetto del Po, non di Panaro,

e per applicarlo a quest' ultimo bisognerebbe mostrare, o terreni perduti per difetto di scolo dopo l' introduzione di Panaro, che non si ponno dedurre, anzi piuttosto noi potremmo addurre in contrario la bonificazione di sotto, e di sopra, che scolano alle chiaviche della Ca Rossa, e di Occhiobello fatte dopo la rivolta non solo del Panaro, ma di tutto il Po nel ramo di Venezia, oppure fare apparire quale e quanto sia il deterioramento della caduta delle chiaviche predette, con la comparazione dello stato antico col moderno, che noi crediamo migliorato dal considerare, che determinando i signori Ferraresi nel loro foglio l' estremissima bassezza del Po, forse da misure più antiche, alla soglia della chiavica Pilastrese, in oggi molto più s' abbassa, come dal detto comune di più testimonj esaminati in questa visita, come di fatto si abbassano le soglie dell' altre chiaviche come di quella della Massa, e più anticamente della Pilastrese.

Che i froldi che si trovano a Lago scuro uno di rincontro all' altro sieno effetti dell' accrescimento dell' acqua del Po per l' intromissione di Panaro, lo concediamo, ma non gli crediamo causati, che dall' angustia dell' alveo, che si trovava in quel sito, quale cessando, essi pure terminano, comecchè non hanno causa perenne come gli altri.

Le isole poi si formano ne' fiumi per più cagioni. La materiale certo è la sabbia, e lezza portata da' fiumi, l' efficiente poi è un rallentamento di moto, in quel sito da qual si sia causa, ma niente di ciò prova, nè che il Bonello della Stellata sia stato fatto da Panaro, essendo notato nella visita Centurioni più antica della di lui introduzione, nè che l' alveo del Po sia stato interrito da Panaro, se non in quel luogo particolare, in cambio del quale se ne avrà preso in altra parte quanto gli bastava, oppure per la troppa dilatazione si sarà ristretto in alveo sufficiente, e non eccedente. Che sia accresciuto detto Bonello non si nega, ma l' accrescimento non prova cosa alcuna di più di quello che faccia la sua prima produzione.

Rispetto all' interrimento del Po, già si è detto quanto occorreva in questo, ed altri fogli, nè qui si prova con migliori argomenti. Che gli argini sieno stati rialzati, cioè ritornati alla loro primiera elevazione poco prima della visita Borromea, può essere, perchè tutti gli argini, particolarmente che servono per vie pubbliche, come quelli del Po, col tempo si abbassono, ed hanno bisogno di riparo; ma che si sieno elevati di più per l' interrimento del Po, o per l' alzamento delle piene, si nega, anzi si è mostrato il contrario altre volte da' confronti delle misure della visita presente con quelle delle più antiche, e rispetto all' alzamento degli argini del Po d' Ariano, abbiamo detto quanto occorreva nel congresso precedente.

Anche nella visita Corsini furono esagerate le rotte seguite negli

argini di Panaro, dopo che dal Cardinal Capponi fu interamente rivoltato nel Po grande, e si dicevano seguite come ora per cagione di detta introduzione, ma quando il detto degnissimo Prelato volle saperne il netto, trovò che dette rotte erano seguite per causa di topinare, e ne restò assoluta la rivolta di Panaro. Ciò costa dal rogito fatto dal notaro Donati li 16. Aprile 1625, e dalla relazione di Monsignore predetto, e fu la cagione, che l'obbligò a soggiungere: *Non posso quì astenermi di dire, che converrebbe in somiglianti negozi camminar più sinceramente.*

Che poi sieno seguite rotte negli argini del Po non si contrasta; vediamo bene, che dopo che Panaro corre nel Po, succedono meno frequenti di prima, onde piuttosto, se da ciò dovesse prendersi argomento, dovrebbe dirsi, che Panaro è il rimedio delle rotte, non la cagione. Tralasciamo di notare quello che si dice in proposito della rotta alla Trombona, cioè, che essa seguisse nel sito della coronella più forte, perchè ciò involve una manifesta contradizione.

SCRITTURA XVI.

DEL PO GRANDE.

Due altri articoli furono sottoposti all'esame, al che soddisfece l'autore col seguente scritto; e sono

I. Se messo il Reno nel Po grande si sia provveduto d'un rimedio reale alla parte destra del Po di Primaro.

II. Di quale spesa possa essere questa introduzione.

Il nome di rimedio reale può avere diverse significazioni. Prima può intendersi per sicuro, secondo per perpetuo, terzo per adequato, quarto per universale.

La perpertuità all'immissione del Reno nel Po non si può negare, perchè, se in diversi tempi è corso nel Po, e se abbandonato, ha sempre tentato di unire la propria alla di lui corrente, non si dee dubitare, che facendosi ciò con buona regola, non sia per mantenersi in eterno possesso di tributare l'acque proprie al suo Sovrano.

La sicurezza pure è manifesta dal detto sin'ora in risposta degli articoli proposti dall'EE. VV., onde per questi due capi non si può temere, che non sia rimedio realissimo.

Che poi il mettere il Reno nel Po sia rimedio adequato a tutti i danni a destra del Po di Primaro, dipende dalle seguenti osservazioni.

Tutte le bonificazioni si fanno, o per essiccazione, o per alluvione. Per essiccazione, quando si ha luogo basso dove derivare l'acque

stagnanti sopra i fondi bonificabili, come s' è praticato in quelle di Mellara, Bergantino, Stienta ec. sulla sinistra del Po, ed in quelle del Polesine di Ferrara alla destra. Per alluvione poi, quando i fondi sono tanto bassi, che non possono avere lo scolo, o al mare per la nostra distanza, o poca caduta, o in qualche fiume reale di gran fondo per mancanza di esso in quei contorni.

Essendo che li terreni a destra del Po di Primaro sono di diversa condizione, bisogna perciò distinguere quelli, che non sono bonificabili, che per alluvione. Certo che la valle del Poggio di Marrara ec. se non per lo passato, almeno oggi è tant'alta di fondo, che può quasi del tutto essiccarsi, derivando l'acque vive del Reno nel Po grande, e regolando gli scoli verso quella parte, che più si credesse opportuna, la quale noi pensiamo possa essere il canale della navigazione tra Bologna, e Ferrara. Se poi fosse praticabile di voltare anche la Savena nel Po medesimo, non v'ha dubbio, che si scoprirebbero tutti li terreni situati a destra del Po d'Argenta, fino tutto il Traghetto, ma supposto, che ciò non sia fattibile, o per la lunghezza della strada, o per l'intersecazione de' due Polesini, bisogna voltare il pensiero alla considerazione, se la caduta di questo fiume al mare sia tanta da sperarne buon successo.

Noi troviamo la caduta di Savena dal dosso di Penna sopra il pelo alto di Primaro immediatamente sotto il Cavedone di Marrara piedi 8. 3. 8., come nel *Sommario* 22. della nostra scrittura; ci par pure di potere determinare la caduta del detto pelo di Primaro, sopra il pelo basso del mare piedi 17. 8. 3; adunque la caduta del dosso del Penna sopra il pelo basso del mare sarebbe piedi 25. 11. 11. tal caduta al certo non è sufficiente per portare la torbida della sola Savena al mare, ma dovendosi unire con gli altri fiumi inferiori Idice, Quaderna ec. può essere che tal caduta per tutti bastasse, particolarmente se si ritornasse il Lamone nel Po a S. Alberto, che servirebbe per cavarli maggiormente il fondo, ed aggiungere caduta proporzionale a' fiumi superiori.

Sia quello che si voglia intorno questo particolare, certo è, che siccome in tutti i tempi è sempre stato creduto, che le valli superiori possano bonificarsi per essiccazione, così è stato tenuto per fermo, non potersi far ciò nelle inferiori, che per alluvione, e perciò a tal fine furono a tempo di Paolo Quinto voltati tutti i fiumi inferiori nelle valli a destra di Primaro, acciò riempiendole, acquistassero coll'elevazione de' proprj fondi la necessaria caduta per iscolare l'acque proprie, e facessero sponda a' fiumi che vi scorrevano dentro. Se ciò sia sufficientemente ottenuto lo sapranno meglio di noi i signori Romagnoli, che hanno la pratica del paese, e della misura delle alluvioni seguite. Il che principalmente dipende dall'osservare,

se i fiumi Senio, e Santerno, dopo la loro introduzione nel Po di Primaro, abbiano stabilito il proprio fondo, oppure continuamente lo elevino; perchè da questo può dedursi ciò, che dovesse succedere a quelli che sboccano in Marmorta, ed a Savena medesima.

Perciò, o gli alzamenti seguiti nelle valli inferiori sono sufficienti o nò. Se sono sufficienti, divertito che sia Reno nel Po grande, basta attendere al regolamento de' fiumi inferiori, ed a quello degli scoli che vi stanno intermedj, e si avrà una bonificazione adequatissima. Se nò, bisogna dire, che non è anco venuto il tempo da consolare intieramente i popoli di quella parte; ma non perciò dovere trascurarsi di sollevare gli altri, che possono avere il rimedio facile, e pronto.

In ogni caso, quand'anche la remozione del Reno accennata non fosse rimedio adequato, e curativo di tutti i mali, non lascia però d'esserlo universale (che è la quarta intelligenza del reale) perchè ognuna delle tre Provincie non lascerà di sentirne molti buoni, e desiderabili effetti.

RISPETTO A BOLOGNA.

Prima assicurerà il suo territorio dalle rotte, che ora possono seguire dal luogo della diversione in giù.

Secondo, escavandosi a quel segno che si prova dalla delineazione della cadente, l'alveo del Reno, cesserà la necessità che presentemente si ha di alzare maggiormente gli argini, e di costituirne de' nuovi.

Terzo, si renderà lo scolo perduto a' terreni, che hanno l'esito immediato nell'alveo del Reno, come quelli di Bisana, e gli altri situati nella Penisola fatta dalla confluenza di Reno, e della Samoggia, e tal benefizio è evidente, che non si può ottenere, che dall'introduzione del Reno nel Po.

Quarto, non si spanderanno più sulla ripa destra del Reno verso le valli del Poggio le piene del Reno, e perciò:

Quinto, non s'avanzeranno più l'inondazioni all'insù, come hanno fatto sino al presente, anzi si riacquisteranno i terreni perduti, e si scopriranno molti altri, che non hanno mai veduto l'occhio del sole.

Sesto, gli scoli avranno esito felice.

Settimo, i mulini della Ca gioiosa, e gli altri situati sul canale Naviglio dal Bentivoglio in giù, acquisteranno le sue cadute a benefizio de' popoli abitanti in que' contorni.

Ottavo si stabilirà una navigazione perpetua, e continua, senza bisogno di Traghetti, non solo da Bologna a Ferrara, ma sino a Venezia.

Nono, la valle di Diolo resterà esente da' regurgiti di quella di Marrara, a' quali presentemente è soggetta, e se si regolasse la Savena, resterebbe intieramente bonificata.

Decimo, la valle di Marmorta restando esente dalle Pavesane di Reno, non si eleverebbe più alla gonfiezza presente; e potrebbesi in gran parte ridurre a coltura, regolando, e stabilendo le linee a' fiumi Idice, Quaderna, e Sillaro, e liberandola da' regurgiti de' fiumi inferiori col benefizio delle chiaviche.

Undecimo, si restituirebbe la pristina salubrità all'aria, ora infettata dalli avazamenti, ed accostamenti della valle alla città, ed in fatti ora riesce di certo pericolo abitare la pianura l'estate, perchè la maggior parte di quelli, che vi si portano a villeggiare, ritornano alla città infermi, cosa ne' tempi andati insolita in questi paesi.

RISPETTO A FERRARA.

Primo, si assicurerà da tutte le rotte a sinistra del Reno, alle quali ora è così soggetta, particolarmente nella Sanmartina, e sebbene dovrà difendersi da quelle a destra, ciò però sarà nel breve tratto di tre in quattro miglia, e poco sarà il pericolo per la deficienza de' froldi.

Secondo, resterà esente dalle rotte, che possono succedere a destra di Panaro nelle parti superiori sino al Bondeno, anzi per tutto il tratto, non avendosi memoria, che dal Bondeno in giù sieno succedute mai rotte.

Terzo, assicurerà, oltre la Sanmartina, anche tutto il resto della riviera a destra del Po di Primaro.

Quarto, acquisterà un gran tratto di paese dentro il circondario delle valli di Marrara, ora vallive, e Boschino, e tutto il terreno situato sulla ripa destra del Reno da Gallino in giù resterà esente dalla di lui inondazione, e ridurrassi ad una perfetta, e sicura coltura.

Quinto, ricupererà la navigazione con Bologna resa disperata nello stato presente di cose, nella conformità detta di sopra.

Sesto, con disfare le valli del Poggio, e di Marrara renderà molto più salubre l'aria della città di Ferrara, e se l'allontanamento della valle Sanmartina le ha apportato in questo particolare tanto benefizio, quanto ne può ella sperare dall'essiccare l'altre del tutto?

Settimo, si libererà anch' essa dalla spesa del continuo rialzo degli argini del Reno sul proprio territorio, anzi si porrà in sicuro da un evidente precipizio, che col tempo la minaccia. Reno ritenuto nella parte di sopra della città, perchè dovendosi sempre più elevare di fondo, arriverà a tant' altezza, che non potrà più trattenersi fra gli argini.

Ottavo, si diminuiranno i pericoli che apporta l'acqua di Reno corrente da Primaro al Polesine di S. Giorgio, e si scemeranno di molto, se pure non si toglieranno affatto, le sorgive che insteriliscono.

Nono, le valli di Comacchio si renderanno esenti, se non intieramente, almeno in parte dai pericoli delle rotte, il che ridonda in sicurezza degli scoli del detto Polesine.

Decimo, nel circondario delle valli di Marmorta si acquisteranno molti terreni, parte perduti, parte sempre stati vallivi.

Undecimo, la terra d' Argenta resterà sollevata dal timore, e dal danno in che ora si trova.

RISPETTO ALLA ROMAGNA.

Prima, si libererà dalle espansioni, che si fanno a destra del Po di Primaro, o perchè il Po predetto non si eleverà tanto, come ora, o perchè, rimosso il Reno, può essere lasciata in libertà da difendersi con argini, e perciò;

Secondo, si scuoprirà gran quantità di terreni ora perduti, tanto nelle valli di Marmorta, quanto nelle inferiori.

Terzo, si migliorerà di scolo incomparabilmente, e li condotti non così presto s' interriranno, come adesso a causa delle espansioni del Po.

Quarto, si sminuirà il pericolo delle rotte ne' fiumi Senio, e Santerno per avere più felice lo scarico, e potrà arginarsi quest' ultimo fino al suo sbocco, con utile grandissimo delle campagne adiacenti, le quali ne' siti bassi potrebbero godere il benefizio delle alluvioni per via di chiaviche.

Quinto, il miglioramento dell' aria anco in questa parte non è sprezzabile.

Sesto, s' assicureranno le bonificazioni fatte in questo secolo, le quali per altro sono in pericolo di perdersi per accrescersi sempre più l' acqua del Reno nel Po di Primaro.

Settimo, molti mulini perduti per mancanza di caduta torneranno al suo essere primiero per l' abbassamento dell' acqua del Po.

Vi saranno forse altri considerabili benefizi, che a noi non possono esser noti, perchè privi della necessaria esattissima informazione della Romagnola, e Romagna; ma questi potranno esser notificati all' EE. VV. dalli signori Ravegnani, che sapranno bene esattamente rappresentarli.

CIRCA IL SECONDO.

La spesa della rimozione del Reno dalle valli, ed introduzione nel Po, non può precisamente determinarsi, senza un' esatta livellazione de' terreni per li quali si dee fare il di lui alveo, la quale non

essendo ora stata fatta, nè accordata l' antica de' signori Ferraresi non può determinarsi cosa veruna. Immaginandoci però, che per ora possa bastare all' EE. VV. a un dipresso la notizia della quantità di detta spesa, non lasciamo di rammemorare loro, che a cart. 131. della nostra *Raccolta di varie scritture ec.* si trova calcolata la spesa necessaria alla sesta diversione di Monsignor Corsini, che ascende alla somma di scudi 162364. dalla quale nella nostra ultima proposta, dovrebbero dettrarsi scudi 30000. per le chiaviche di Burana, e botte sotterranea per il canalino di Cento, ed altri scoli, spesa non necessaria nel nostro caso in maniera, che si ridurrebbe a scudi 132364. S' aggiunge, che molto meno costa per la di lei maggior brevità ec. la costruzione dell' alveo per la nostra ultima linea; ma computando l' eccesso per quello che si dovrebbe spendere in elevare gli argini del canalino di Cento, si crede, che la spesa poco si scosti dagli scudi 132364.

Similmente a cart. 31. si calcola la spesa necessaria per la diversione di Reno da Mirabello a Palantone, scudi 235526, ma circa la metà basterebbe nella nostra linea, avanzandosi tutta la linea del Po di Ferrara sino a Palantone.

S' avverte, che l' alzamento degli argini del Po, quando fosse creduto necessario per l' accrescimento dell' altezza nelle piene, con tutte le abbondanze, che immaginabilmente si posson dare, non ascenderebbe mai alla spesa di scudi 80000. dal che si conosce, che computando la spesa necessaria per la diversione di Reno, per l' alzamento degli argini del Po, per la navigazione, e per lo regolamento degli scoli ec. non oltrepasserebbe mai, anzi non arriverebbe a scudi 250000. spesa tollerabile, e facile ad esigersi, o in frutto, o in capitale, senza verun reclamo dalle provincie interessate.

Finalmente quando venisse il caso, si farebbero esattissimi scandagli, e siamo certi, che da essi apparirebbe la spesa molto minore dell' enunciata.

SCRITTURA XVII.

DEL PO GRANDE.

Sopra i medesimi articoli avendo esibito il loro parere, il Guglielmini diede la seguente replica.

Dal nostro foglio apparisce quali sieno i benefizi dell' introduzione di Reno in Po a ciascheduna delle tre provincie, i quali se sieno bastanti a farle meritare il nome di rimedio reale, lasciamo giudicare alle EE. VV.

Il pretender poi l' impossibile non toglie la realtà del possibile,

perciò quand' anche non si venisse a sanare in tutto il Polesine di San Giorgio, si può però sanare tutto il sanabile. Per altro non tutti i danni del Polesine predetto, hanno per causa l' acque del Po di Primaro, ma dipendono da più radicati principj. Si aggiugne, che se l' introduzione del Po di Lombardia è creduto da' signori Ferraresi rimedio reale, e fattibile, non si leva loro la speranza di effettuarla.

Se poi le contradizioni togliessero la realtà ai rimedi, tal titolo non potrebbe applicarsi a veruno, e non lo meritava l' introduzione del Po nel ramo di Ferrara, non per questo, ma per altri moltissimi capi; e se l' introduzione del Lamone nel Po fu creduta rimedio reale, lo meritava ben anche.

Il disputar poi se il titolo di reale convenga, o nò all' introduzione del Reno nel Po di Lombardia, non fa niente al caso, ma bensì il considerare, quali e quanti sieno i benefizi, che ne risulteranno a pro delle tre provincie, se le operazioni sieno durevoli, e di sicura riuscita, e finalmente se sieno fattibili senza danno considerabile, e irreparabile degli altri. Il che essendo stato fatto da noi apparire, che concorre nel nostro rimedio di portare Reno nel Po grande, si spera che l' EE. VV. non sieno per negare a' popoli questo giustissimo sollievo.

Il calcolo fatto al tempo del sig. Cardinal Gaetano è per altra linea, diversa da quella di cui presentemente si tratta, onde non è applicabile al nostro caso. Secondo, contiene molte superfluità, ed equivoci, liquidati a questo tempo, e perciò non può apportarsi ne' tempi presenti.

Si concorre per altro nel sentimento de' signori Ferraresi, in ordine al dire, che non può determinarsi la spesa, se non dopo fatte le livellazioni.

SCRITTURA XVIII.

DEL PO GRANDE.

Avevano i Ferraresi dedotte nuove risposte sopra due degli articoli antecedentemente dibattuti, cioè:

I. Quali effetti produrrà Reno alto in Po alto, e se potrà entrarvi.

II. Che alzamento d' acque vi cagionerà, e con quale altezza d' argini convenga provvedervi, e fino a dove questi si debbano rialzare.

Alle quali risposte replicò l' autore in questa guisa.

Quando sarà stabilita con evidenza l' altezza ragguagliata del Reno di piedi 14, allora concorreremo col sentimento de' signori Ferraresi in questa parte.

Lo scaricarsi poi delle piene del Reno in più, o meno di tempo,

non arguisce la velocità dell'acqua, ma solo la durazione della causa della piena. Per questa ragione bisognerebbe che le piene di diversa durata, v. g. una di 10. ore, e l'altra di 20, avessero diversa velocità, cosa contraria al fatto. Il nostro argomento è stato questo: se la piena del Reno avesse la velocità di 8. miglia per ora, bisognerebbe che dopo arrivata al ponte della Via Emilia, giugnesse in dirittura di Ferrara al più in ore 4, stante la distanza non maggiore di miglia 30; ma per giugnere dal detto Ponte a Ferrara vi consuma 10, o 12 ore, dunque la velocità della piena di Reno non è di miglia otto per ora, e questo è l'argomento al quale si dee rispondere, e perciò essendo stato concepito con equivoco, non è maraviglia se anche la risposta ha l'istesso difetto.

Il dire poi che il Po ha 300. miglia di lunghezza, e non voler considerare la tortuosità, come si è fatto per Reno, è troppa parzialità. La distanza da' fonti del Po a linea retta sino al mare è sopra 300. miglia, e considerando l'andamento del Tesino dal suo principio sino al suo sbocco, e da questo al mare sempre per linea retta, oltrepassa le 350. miglia, ma considerando le tortuosità poco si scosta dalle 600. E ponendo che il Po pieno facesse 8. miglia per ora, la sua piena dovrebbe arrivare dal suo principio al mare in ore 75, o sieno giorni 3, ore 3, il che non è lontano dalla verità, ma a ragione di tre miglia per ora, stenterebbe per arrivare al mare giorni 8, ore 8: intervallo esorbitante; ed a ragione di miglia 5. per ora, richiederebbe lo spazio di giorni 5, e pure quando regnano scirocchi, e si disfanno le nevi nell'Alpi della Savoia, e delli Svizzeri, arriva la piena a Ferrara in giorni tre in circa, come portano le informazioni de' paesani, e quella del Reno al dire del p. Riccioli richiede ore 24. per arrivare dal suo principio al Po di Ferrara in distanza di 100. miglia, che sarebbe a ragione di miglia $4\frac{1}{6}$ per ora, e perciò la velocità del Reno a quella del Po, sarebbe come $4\frac{1}{6}$ a 8, quasi come quella, che noi abbiamo dedotta dal calcolo di 9 a $16\frac{23}{32}$. Veggasi dunque quanto bene s'accorda cogli effetti osservati il nostro calcolo, e quanto male le supposizioni de' signori Ferraresi, dalle quali deriva, che Reno dovesse venire dal suo principio a Ferrara in ore 12, quando ne vuole il doppio, e per far lo stesso richiedesse il Po giorni 8, quando 3 bastano.

Rispetto ai venti si replica, che l'autorità del Castelli è grande, ma si debbano prendere le di lui parole nel senso, che le porta di probabilità, particolarmente parlando esso d'un fatto da se non veduto, e dipendente dalle altrui relazioni. È poi molto maggiore fede esigono le di lui dimostrazioni, che le opinioni probabili, onde non debbono i signori Ferraresi ridurre allo stato di probabili le di lui proposizioni dimostrate, e donare poi l'evidenza alle mere probabilità.

In oltre facilmente si può conciliare il sentimento del Castelli con quelli del Cabeo. Il primo, dice, che l'accrescimento del Tevere seguito senza piogge, o disfacimento di neve, fu: *per il ritardo dell' acque*, ed aggiugne *da gagliardissimi, e continuati venti*, e questo noi crediamo fosse verissimo, perchè in due maniere può intendersi, che il vento ritardi la velocità dell'acqua ne' fiumi, o mediatamente, o immediatamente. Il primo con far gonfiare il mare, e tale dee essere ragionevolmente il sentimento del Castelli. Il secondo con soffiare contro la corrente, e questo è quello che vien negato con verità dal Cabeo; nè occorre portare la dubbietà del *mihi videor ec.* di questo autore, perchè tal detto casca sopra l'insensibilità, e di fatto chi avesse domandato al Cabeo se il vento fa elevare il Po un piede? non avrebbe risposto *mihi videor observasse ec.* ma avrebbe detto *se equidem observasse non ec.*.

Si aggiugne, che l'efficacia del vento finalmente dee avere i suoi limiti, oltre i quali non passa, cioè, che può far gonfiare il Po tanto e non più, ed è ragionevole il credere, che gli argini di esso sieno di altezza proporzionata a contenere tale gonfiamento, con di più il vivo necessario; ma è stato dimostrato da noi, che nelle sezioni, quanto più sono grandi, e più indebolita la velocità, tanto minore dee essere l'aumento di velocità per iscaricare maggiore acqua, e che questa poca velocità, ogni poco di altezza maggiore la dà; adunque che che sia dell'impedimento fatto da' flussi marini, e dal vento, che pure neghiamo, non dovrà farsi per l'introduzione di Reno altissimo in Po altissimo, neanche l'elevazione delle once 8 $\frac{2}{3}$ da noi asserita, e questo dee servire per risposta a ciò che si deduce dal corollario 9. del Castelli nel fine: che le condizioni sono quelle, che diversificano i casi, e che trattandosi di un fiume arginato, e premunito contro tutti gli effetti delle cause accennate, non vale la dottrina allegata, che solo s'adatta al Tevere disarginato. Nè si applica l'esempio delle Lagune di Venezia a questo del Po, perchè in quelle si trova l'acqua equilibrata, e senza contrasto, e qui disequilibrata, e col contrasto della corrente.

Per altro a noi non è mai occorso di vedere, che l'acqua de' fiumi ne' siti stretti si alzi, e si abbassi ne' larghi, bensì il fondo dell'alveo nel primo caso s'abbassa, e si alza nel secondo; e se i signori Ferraresi hanno luogo ove si faccia tale osservazione, sono pregati ad indicarcela, perchè possiamo soddisfarci. Ne' froldi si eleva l'acqua qualche poco di più, che nelle ripe opposte ad essi, e ciò nasce dall'impeto, che viene rintuzzato dal froldo, onde siccome tale alzamento è visibile, così dovrebbe molto più essere osservabile nel fiume, contro tutto il quale opera il vento, ma ciò non si osserva, adunque ec. Il ristagno poi del mare da noi non si nega, ma per

vedere quanto operi nel nostro caso, consideri la dimostrazione da noi esibita sopra questa materia.

Intorno al reciprocarsi le sezioni de' fiumi colle loro velocità, ciò è dimostrato dal Castelli alla proposizione 3. del primo libro, ed è replicato *in terminis* al corollario 4, benchè ivi non esprima la proporzione. Il Baliani ripete lo stesso *de motu gravium lib.* 6. *prop.* 2, ed è assunto dal Torricelli *de motu gravium lib.* 2, ed in fine *pag. mihi* 197. Il Riccioli *Geografia reformata lib.* 7 *cap.* 29. *pag.* 17, *e pag.* 10. *in terminis*, ed abbenchè asserisca poi succedere qualche irregolarità, dimostreremo in questa materia quanto occorre.

Prima supporremo, che il Po corre sempre nel mare, o sostenuto, o nò da' venti, e dal gonfiamento del mare; la ragione è manifesta, perchè altrimenti in un tratto sormonterebbe tutti gli argini.

Secondo, che durante gli impedimenti nella maniera di prima, quando il Po sarà elevato a quell' altezza, che esso più non accresca, o sminuisca tanto d' acqua esce dallo sbocco, e corre per qualsisia sezione nel primo tempo, che nel secondo. Ciò pure è manifesto, perchè se lo sbocco scarieasse più acqua di quella che viene, s' abbasserebbe il Po, se meno, s' eleverebbe; l' uno e l' altro contrario al supposto.

Poniamo adunque che AB, DC (*fig.* 5. *tav.* 3.) sia lo sbocco del Po nel mare, nel tempo che è basso, e che l' acqua che esso scarica in un dato tempo sia conformata in un prisma retto, di cui la base sia lo sbocco ABCD, certo è, che avrà qualche altezza, o lunghezza, che supponiamo sia CE, e questa sarà la velocità media dello sbocco ABDC, e la quantità assoluta dell' acqua sarà un prisma, di cui la base AD, e l' altezza CE.

Supponiamo ora che il mare si elevi, e con esso anche il pelo d' acqua del Po, e l' alzamento sia sino in FG, e lasciamo che l' acqua del Po faccia la sua superficie permanente, cioè che più non si elevi, nè s' abbassi. Correrà adunque per la prima supposizione non ostante l' acqua del Po in mare, ma per lo sbocco fatto maggiore FD; e perchè si suppone, che il Po non porti maggiore, nè minore corpo d' acqua prima del gonfiamento del mare, di quello faccia dopo il gonfiamento, e che la superficie del Po già sia resa permanente, dovrà scaricarsi per l' apertura dello sbocco FD in tempo eguale la stessa quantità d' acqua, che si scaricava prima del gonfiamento; e perciò conformata questa quantità in un prisma, di cui la base sia lo sbocco FD, sarà la di lui altezza v. g. GI la velocità media dello sbocco FB, perchè adunque il prisma d' acqua uscito dallo sbocco AD prima del gonfiamento, è uguale al prisma uscito dallo sbocco FD, saranno le basi di tali prismi reciproche all' altezze, ma le basi sono li sbocchi, e l' altezze sono le velocità, dunque le velocità saranno

reciproche agli sbocchi, ma gli sbocchi hanno la proporzione delle altezze, adunque le velocità hanno fra di se proporzione reciproca delle altezze, che ec. s' applichi questa dimostrazione alle sezioni diverse dello stesso fiume, e lo stesso si dimostrerà di questa ec. nè vale ciò che adduce il Riccioli, che i fiumi reali gonfiano più lontano dal mare, che vicino ad esso, attribuendo la causa all' incontro de' flussi marini, perchè ciò non è vero, che nel tempo fuori delle maree, e nasce dagli impedimenti che fanno le sponde, ed il fondo al corso dell' acque, le quali scemano quando il fiume s' avvicina al suo spianamento; e molto meno osta il soggiungere, che *fluvius non deonerat in mare tantam aquam, quantam ante aestum, sed immo recipit aquam a mare*, perchè ciò non è vero, che ne' primi momenti del ristagno, ne' quali sminuita la velocità, e non acquistata l' altezza sufficiente per fare la proporzione reciproca accennata, resta trattenuta nell' alveo una parte dell' acqua del fiume, il quale perciò gonfia, ma giunto che sia il gonfiamento al segno, che le altezze, e le velocità si reciprochino, non si fa maggiore, e torna a scaricarsi nel mare la stessa quantità d' acqua di prima, segno di che si è il non trattenersi più alcuna parte d' acqua nell' alveo del fiume, e perciò non cresce l' altezza.

Nel caso poi del ritardo fatto dal vento, non si vede, come si neghi da' signori Ferraresi questa proposizione, *ma le altezze dell' acqua prima, e dopo il ritardamento non hanno proporzione sensibile*; perchè se il Cabeo osservando attentissimamente non ve la seppe trovare, come si potrà mai asserire, che il fiume trattenuto dal vento sia sensibilmente più alto, che non trattenuto, e poi se fosse sensibile tal differenza a cagione del vento non potrebbe cadere in controversia veruna, comecchè il corso del vento contrario essendo frequente, gli effetti sarebbero noti a chi si sia.

Intorno all' abbandonamento fatto dal Po dell' alveo di Ferrara, ciò non seguì totalmente sino all' anno 16..... perchè nelle escrescenze correva verso Ferrara accompagnato con Panaro, onde le piene tutte di questo, che sboccavano in Po alto, non mai andavano nel ramo di Venezia. Quando poi Panaro fu obbligato a scorrere nel Po alla Stellata, fu intrusa la piena di esso nel Po di Venezia, e trattenuta in esso Po quella parte d' acqua del Po, che prima correva verso Ferrara. Si è dato dunque il caso, che il ramo di Venezia non avvezzo a portarne nelle piene, che una parte dell' acqua del Po, restò di slancio obbligato a portarla tutta, e di più tutta quella di Panaro, eppure non crebbe sensibilmente, non ostante che secondo il calcolo de' signori Ferraresi avrebbe dovuto per l' intromissione di Panaro alzarsi la piena del Po sette piedi, ed anco di più, quanto richiedeva l' acqua di esso nuovamente obbligata a correre pel ramo di

Venezia. Si avverte poi che il nostro argomento non ha forza sopra gli argini di Panaro dal Bondeno alla Stellata, ma sopra quelli del Po della Stellata in giù.

Per altro introducendo il Reno nel Po, o in un luogo, o in un altro, non si varia la proporzione dell'acqua del Reno, a quella del Po, dedotta dal calcolo de' signori Ferraresi, come 1 a $4\frac{1}{2}$, come quella che dipende da un calcolo puramente aritmetico. Se poi tal proposizione sia consentanea alla ragione, ne giudichi chi ha veduto l'uno, e l'altro de' fiumi predetti.

All' esame che si fa da' signori Ferraresi della proporzione predetta, si replica, che nè autore, nè ragione veruna suggerisce di misurare l' acqua de' fiumi cogli stessi mezzi co' quali si trova la capacità dell' alveo dalla sua origine sino al fine, come quì si vide praticato, perchè volendo sapere l' acqua che porta la piena d' un fiume, bisogna tener conto del tempo che dura, e della velocità colla quale corre, e la lunghezza dell' alveo non vi ha che fare; perchè più acqua non porterà il Reno per avere l' alveo sboccante al mare, di quello che porti scaricando nella valle. Ciò pensiamo poter bastare per fare apparire l' erroneità di tal metodo, per altro diremmo, che non si sa quali sieno le misure, che s' adoprano per rinvenire i piedi cubi 47999880, che si dicono essere il corpo di tutta l' acqua del Reno, e per qual cagione in vece delle miglia 57, che paiono attribuite alla lunghezza dell' alveo del Reno, non si prenda tutta la distanza dal principio di esso al mare, come si è fatto del Po. Aggiugneremmo, che l' alveo d' un fiume non è della istessa altezza, e larghezza per tutto, e però volendo anche misurare la capacità d' un alveo, non si può applicare la larghezza, e profondità d' una sezione a tutto il tratto di esso, particolarmente quando il fiume viene di tanto in tanto accresciuto da altri influenti ec. il restante del calcolo come appoggiato sopra falso fondamento, e piuttosto adattato a misurare acque stagnanti, che correnti, si tralascia.

Del resto, o l' acqua del Po a Lago scuro è stata sinora qualche volta sostenuta da' venti, e flussi marini, o no. Se no, adunque tali cause non potranno operare almeno in tal luogo. Se sì, adunque non ostante tali impedimenti non si solleva più di piedi 32; ma operando tali cause si dice da' signori Ferraresi, che il Reno alzerà il Po piedi 7, adunque 46 Reni de' quali si dice costare l' acqua del Po nella seconda replica farebbero d' altezza piedi 322. Tale esorbitanza non si può dire, adunque bisogna dire, che l' acqua del Reno non alzerà il Po piedi 7, nè 4, nè 3, nè 2, nè 1, ma solo once $8\frac{2}{3}$, come nasce dal dividere i piedi 31, o 32 di altezza del Po egualmente in Reni 46.

La verità si è, che l' acque nell' alzarsi di corpo crescono di velocità:

che i venti contrarj non ritardano loro il corso sensibilmente, e che i flussi marini operano, che minore altezza fa un fiume tributario aggiunto ad un reale in tempo che è ristagnato, che quando corre liberamente senza ristagno. Nè vale a dire, che il Reno s'introdurrà in luogo dove manca la caduta, e comincia il ristagno, e perciò ivi farà maggiore l'altezza, perchè dato anche tal supposto non vero, già si discorre d'introdurlo nel luogo dove operando tutto quello che ponno i venti contrarj, e il flusso marino, il Po non s'eleva più di piedi 31. o 32, cioè a dire dove è costituito in tal velocità da scaricare coll'altezza di once 8: 4. (come vien calcolato dagli istessi signori Ferraresi) un corpo d'acqua eguale a quella del Reno. Che dunque si ha da dubitare della verità del nostro calcolo, mentre anco lo stesso de' signori Ferraresi appoggiato sopra i loro supposti non ne ha di vantaggio?

Che poi l'opinione del Castelli non si dimostri per vera, non fa caso, ma ciò non si verifica della proposizione sulla quale abbiamo appoggiato il nostro secondo calcolo, come dimostrata, e concordante colle sperienze anche a vantaggio della operazione, anzi col detto conforme di più testimonj esaminati nelle visite Borromea, e presente, che depongono che Panaro alto non fa crescere Po alto più di mezzo piede, e chi dubita, che Panaro, e Reno non sieno due fiumi d'eguale quantità d'acqua?

Finalmente che non si possano calcolare le quantità delle acque col fondamento della sola proporzione della velocità senza sapere la quantità di questa, è sentimento non uniforme a quello di chi ha scritto sopra questa materia, e dimostrato in più luoghi da diversi autori, altre volte citati, anzi senza tale proporzione, o abbiasi in termini reali, oppure astratti non si può fare cosa buona. Perciò non ci estenderemo a rispondere a questo nuovo sentimento.

SCRITTURA XIX.

DEL PO GRANDE.

Mentre si andava esaminando il progetto d' introdurre il Reno nel Po grande, come nell' antecedenti scritture si è veduto, non era per anco terminata la livellazione delle campagne per le quali passava la linea di diversione che si dibatteva, nè quella che contemporaneamente ne risultava della pendenza esatta del Reno. Compite poi che furono le livellazioni in Novembre 1693. *il Guglielmini diede la seguente scrittura per cui mostra che la linea cadente dell' inalveazione predetta camminerebbe col fondo in ogni luogo fra terra, e quanta dovrebbe essere l' escavazione ne' siti più rimarcabili.*

Non si può delineare sopra un profilo di livellazione la linea cadente del fondo d' un fiume nuovo, se prima non si dà per liquidata la caduta che possa bastargli per non deporre le materie portate dall' acqua, cioè limo, o arena. Quindi per determinare la cadente dovuta alla nuova inalveazione di Reno dalla Botta Ghislieri sino al Po grande alla Stellata, è necessario prima assicurarsi quanto mai sia possibile quale sia la caduta presente di Reno.

Al quale effetto medianti esattissime livellazioni si è trovato che il fondo di Reno alla botta Ghislieri ha di caduta sulla soglia della chiavica Pilastrese piedi 27. 7. 7. come sta espresso nel profilo. Parimente il fondo di Reno in faccia a Cento ha di caduta sulla medesima soglia piedi 31. 3. 9, come si calcola dalla livellazione fatta coll' acqua stagnante del canalino di Cento, ed apparirà, salvo l' errore di calcolo, dal profilo di essa che stanno delineando i periti.

Perciò la caduta del fondo di Reno da Cento sino alla botta Ghislieri viene ad essere piedi 10. 8. 2. Ma la distanza di Cento dalla predetta botta Ghislieri misurata secondo l' andamento degli argini, è di pertiche 4329, perciò ragguagliata la predetta caduta a miglio Bolognese di pertiche 500. ne viene per miglio piedi 1. 2. 9 $\frac{1}{3}$; con tale caduta dunque corre il Reno senza deporre arena, ed avendola maggiore tanto anderà scavando, ed abbassando il suo fondo sino a ridurlo alla predetta inclinazione.

Non v' ha dubbio che per quel tratto che Reno, e Panaro dovranno scorrere uniti insieme, la caduta necessaria non sia per riuscire anco dimolto minore; ma ciò si lasci senza considerarsi in vantaggio delli contradittori, e non si pensi nemmeno all' abbassamento dello sbocco nel Po, che dovrà seguire necessariamente per l' unione de' due fiumi, e che terrebbe di tanto più bassa la situazione della cadente cercata.

Suppongasi pertanto che il fondo dello sbocco debba essere orizzontale alla soglia della chiavica Pilastrese, e che la caduta che basta a Reno solo sia necessaria per Reno, e Panaro uniti, e calcoliamo su quest' unico supposto la situazione del fondo della nuova inalveazione di Reno in diversi luoghi.

Primieramente adunque costa dalla pianta concordata, che la lunghezza della linea tirata dall' intestatura del Po grande per abbreviare l' andamento di Panaro, è di pertiche 1676, e la caduta necessaria è di piedi 4. 1. 6 $\frac{1}{2}$, ma la presente caduta, come apparisce dal profilo è di piedi 5. 8. 9, adunque il fondo di Panaro all' intestatura del Bondeno, verrà ad escavarsi piedi 1. 7. 2 $\frac{1}{2}$, e quello di più che porteranno le accennate considerazioni. Da che ne segue che trovandosi la soglia della chiavica di S. Giovanni inferiore al fondo di Panaro piedi 1. 5. 11, seguita tale escavazione verrà ad essere superiore al medesimo piedi 0. 1. 3 $\frac{1}{2}$ con grandissimo vantaggio del di lei scolo, che acquisterà di caduta piedi 1. 7. 2.

Secondo, per fare apparire quanto d' escavazione debba farsi nel maggior fondo delle campagne de' Venieri, che sono situate tra il Po di Ferrara, e il canalino di Cento, si osservi essere esse distanti dal Po grande per l' andamento della linea proposta pertiche 2324. con caduta sopra la soglia della chiavica Pilastrese, per quanto apparisce dal profilo piedi 6. 7. ma la caduta dovuta alla predetta distanza è di piedi 5. 8. 8 $\frac{1}{2}$, adunque nel detto maggior fondo delle campagne de' Venieri dovrà farsi una escavazione profonda piedi 0. 10. 4, e quello di più che il fiume profonderassi per l' abbassamento del fondo di Panaro evidentemente maggiore del supposto.

Terzo, il maggior fondo della Valletta detta la Valigia ha di caduta sulla soglia della Pilastrese piedi 7. 4. 3. ed è distante dal Po pertiche 2535, alla qual distanza la caduta necessaria è piedi 6. 3. 0. adunque nel maggior fondo della Valigia l' escavazione necessaria sarà piedi 1. 1. 3.

Quarto, per far vedere che caduta avrà il Canalino di Cento sopra il fondo della nuova inalveazione, si premetta che la di lui distanza dal Po è di pertiche 2424, e il di lui fondo ha di caduta sulla soglia Pilastrese piedi 7. 2. 9. La caduta che si deve alla predetta distanza è di piedi 5. 11. 8, adunque l' escavazione necessaria nel punto dell' intersecazione del canalino sarà piedi 1. 1. 1, e tanta sarà la caduta che acquisterà il fondo del canalino sul fondo della nuova inalveazione.

Quinto, il simile si ripeta per lo fondo della Savenuzza regolato sulla di lei soglia. È lontano il punto dell' intersecazione di questa dal Po grande pertiche 2495, ed ha caduta sulla soglia Pilastrese piedi 6. 5. 9. ma il di lei pelo vi ha caduta piedi 9. 1. 9. La caduta

necessaria alla predetta distanza è di piedi 6. 1. 9, adunque il di lei fondo resterebbe superiore al fondo dell' inalveazione piedi 0. 4. 0, e il di lei pelo avrebbe di caduta sul fondo predetto piedi 3. 0. 0.

Finalmente colla stessa regola si calcoli quanto Reno verrebbe ad essere incassato alla Botta Ghislieri, e quanto si abbasserebbe il di lui fondo presente in quel sito, quando si facesse la da noi proposta diversione. La distanza della Botta Ghislieri dal Po, è di pertiche 3562, e la caduta del piano di terra immediatamente contiguo all' argine sopra la soglia Pilastrese è piedi 16. 11. 6. La necessaria caduta per detta distanza è piedi 8. 9. 4. Adunque l' escavazione che dovrà farsi in tal sito sarà piedi 8. 2. 2., alla quale aggiunta l' elevazione del fondo di Reno presente sopra il piano della campagna piedi 3. 8. 1. sarà piedi 11. 10. 3, e tanto s' abbasserebbe il fondo di Reno in detto sito, seguita che fosse l' inalveazione proposta.

Ma considerando la verità del fatto, che lo sbocco di Reno, e Panaro uniti dovrà restare più basso della soglia della chiavica Pilastrese per lo meno piedi 2, il che fuor di dubbio dovrà succedere, essendo quasi tale lo sbocco di Panaro, di tanto si accresceranno l' escavazioni calcolate, di maniera che all' intestatura del Bondeno s' abbasserà il fondo del Panaro piedi 3. 7. 2, nelle campagne de' Venieri crescerà l' escavazione a piedi 2. 10. 4, nella Valigia a p. 3. 1. 3. in faccia al canalino di Cento a piedi 3. 1. 1. all' incontro della Savenuzza a piedi 2. 4. 0; ed alla Botta Ghislieri a piedi 10. 9. 4, in maniera che la chiavica di S. Giovanni, o di S. Bianca guadagnerà di caduta di fondo piedi 3. 7. 2, il canalino di Cento p. 3. 1. 1, e la Savenuzza piedi 2. 4. 0.

Tutto ciò sia detto per ora ad effetto di far evidentemente costare, che il fondo della nuova inalveazione di Reno nel Po grande non camminerebbe in luogo veruno sopra il piano delle campagne.

SCRITTURA XX.

DEL PO GRANDE

Erano di nuovo stati messi in campo da' Ferraresi, per frastornare l' immissione di Reno nel Po, gl' interrimenti temuti del Po d' Ariano; per togliere il qual sospetto il Guglielmini presentò la scrittura che segue.

Che il ramo d' Ariano fosse anticamente di poco fondo, e non navigabile in tutti i tempi, e che il medesimo si rendesse con la perdita del ramo di Ferrara capace di esserlo in ogni stagione, ce lo assicura l' Aleotti sul bel principio della sua difesa a c. 5. Da ciò si

deduce, che l' abbondanza dell' acque contribuisca a renderlo navigabile, e la scarsezza a privarlo di simil dote, tanto utile, e tanto sospirata da' signori Ferraresi, come quella che è creduta essere l' unico sostentamento della loro città, e per restituire la quale al ramo di Ferrara non hanno tralasciato di muovere ogni pietra anco con danno delle provincie confinanti, e con ispesa ben grande del loro erario. Per accrescere la navigazione del Po d' Ariano fu sentimento dell' Eminentiss. Donghi Legato di Ferrara accomodare così il filone del ramo di Figarolo, che imboccando in un taglio manufatto detto Donghi dall' Autore che lo comandò, o Contarino dal Padrone de' terreni su' quali fu eseguito, portasse la maggior parte dell' acque del Po nel predetto ramo d' Ariano, come che l' abbondanza dell' acqua potesse cagionare nel di lui alveo una più che mediocre escavazione di fondo, e con ciò porgere un conveniente sostegno alle navi solite a solcare questo fiume, e sebbene tale taglio non ebbe l' ultimo compimento, ciò però fu non perchè non se ne sperasse certissimo l' effetto, ma, o come apparisce dalla visita Corsini, perchè li signori Veneziani vi si opposero, dubitando che attesa la brevità della linea la navigazione intieramente si perdesse dalla loro parte, oppure come ultimamente hanno più volte asserito li signori Ferraresi, perchè fu dubitato che accrescendosi la copia dell' acqua si cagionassero dilatazioni di alveo atte a ridurre a nulla la terra di Ariano, che giace appunto sul bordo delle ripe presenti. Comunque sia egli è certo, che il comune consenso degli uomini non esclusi nemmeno i medesimi signori Ferraresi, è stato, ed è che l' abbondanza delle acque che sieno per introdursi nel Po d' Ariano, sieno esse o chiare, o torbide, che tali pure sono quelle che porta il Po grande, quando si accresce la frequenza delle piogge, debba rendere felice la di lui navigazione.

Corrobora il predetto sentimento comune l' esperienza de' fatti andati, e senza ripetere il di sopra allegato con l' autorità dell' Alcotti, che il Po d' Ariano si rendesse navigabile in ogni tempo all' accrescere che fecero le acque nel ramo di Venezia per l' abbandono di quello di Ferrara, certo è dal liquidato nella visita Corsini, che l' anno 1625. in tempo di acqua bassa non poteva navigarsi il Po d' Ariano che coll' aiuto del flusso marino, e di fatto i periti spediti da quel Prelato non poterono entrare in tempo di riflusso con una Peotella impediti da un dosso, che poche pertiche oltre la punta d' Ariano si manifestava, non lasciando di fondo di acqua, che circa piedi 1. dove intesero che al di sotto ve n' era un altro di simile natura; quindi furono obbligati a retrocedere, ed a proseguire il loro viaggio pel ramo di Corbola sino al mare. Erano due, o tre anni al più, che il Panaro per pochi mesi tirato sotto le mura di Ferrara, ed obbligato a scorrere pel Po di Volano, era stato intieramente rivoltato

al Po grande, ma ancora durava l' uso di tagliare nelle piene perciolose del Po grande l' intestatura del Bondeno per isfogare pel ramo di Ferrara il gonfiamento soverchio dell' acqua, la qual consuetudine l' ultima volta si praticò l' anno . . . Nei nostri tempi adunque corre l' acqua di tutto il Po accresciuta da quella di Panaro per l' alveo proprio senza ricevere sfogo da parte veruna, e gli effetti seguiti dall' accrescere l' acqua al tronco principale del Po, e per conseguenza anche con la dovuta proporzione al ramo d' Ariano, sono che questo in oggi si naviga non solo in tutte le stagioni dell' anno, ma in ogni stato del Po, sia alto, o basso, e parimente sia egli o nel flusso, o nel riflusso; ciò che è stato liquidato nell' ultima visita, nella quale in tempo di Po basso si navigò per esso senza veruno impedimento con Bucintori assai grandi, e carichi, avendo trovato il minor corpo d' acqua nel di lui tratto di piedi 4.

Quindi non apparisce con qual fondamento modernamente da' signori Ferraresi si asserisca più di quello fosse per lo passato interrito il Po d' Ariano, col solo debolissimo motivo che gli argini di esso sieno stati modernamente rialzati da Monticelli sino alla Mesola, poichè dato anche la verità del supposto, esso al più non arguisce, che una maggiore elevazione delle piene; ma niente affatto d' alterazione del fondo, la quale elevazione può procedere o dall' impedimento inferiore fatto dal ramo della Donzellina, avanzatosi sino ad intersecare con la sua corrente il corso di quello d' Ariano, o piuttosto da maggiore introduzione di corpo d' acqua cagionata dall' essersi mutato il froldo dalla banda sinistra dove per lo passato si osservava, alla destra dove di presente si trova, oltre che egli è certo, che al tempo della visita Borromea gli argini del Po d' Ariano erano affatto trasandati, onde facile è il credere che dopo ridottasi per la vecchiaia, e per la negligenza in istato di non potere più prestare il loro officio sia convenuto ripararli, come è succeduto in diversi luoghi al Panaro, ed al Po grande, e della quale riparazione abbisognano in oggi quelli del Polesine di Gorzone senza che però si concluda l' elevazione de' fondi, che loro stanno immediatamente soggetti; ma più d' ogni altra, probabile cagione dell' elevazione degli argini predetti si è la protrazione della linea, e l' avanzamento in mare dello sbocco del Porto di Goro, essendo osservazione comune, che gli argini vicino al mare in ogni fiume riescono bassissimi, sino a ridursi al niente su la spiaggia ma in distanze più grandi cresce la necessità della loro maggiore elevazione; quindi non è maraviglia se trovandosi una volta lo sbocco del Po d' Ariano poco sotto il Palazzo della Mesola, cioè dove ora si trova la torre di Goro, ed essendosi nel medesimo in oggi avanzato più oltre di molte miglia in maniera, che que' siti, che allora si potevano dire quasi sulla spiaggia, ora restano considerabilmente

lontani dal mare, non è maraviglia dico se i siti medesimi che una volta si contentavano di argini assai bassi, poscia ne abbiano richiesti de' più alti, dal che ne sia poi derivata la necessità di alzare gli argini da Monticelli alla Mesola, che appunto erano gli inferiori.

Pretesero i signori Ferraresi nel congresso tenuto sopra questa materia di sfuggire la forza dell'argomento sopra esposto, dedotto dal confronto dello stato in che si trovava il Po d'Ariano nel tempo della visita Corsini con quello, che gode al presente, col dire che il predetto Po d'Ariano, ora meglio si naviga, che per lo passato per causa di una rotta seguita nel di lui argine destro, detta la rotta della Marchesa, che non solo escavò il di lui fondo, ma corrose le secche di S. Maria, cioè certi dossi, che si trovavano poco sotto la punta d'Ariano, ma questa medesima risposta maggiormente prova, che il Po d'Ariano non è interrito, perchè primieramente ne viene confessata l'escavazione, termine *ex diametro* opposto alla replezione, ed interrimento, in maniera che il fatto resta accertato qualunque sia la cagione di esso. Secondo. Egli è confessato da tutti, che le secche di S. Maria erano composte di Tivarro resistente alla forza ordinaria del Po d'Ariano, e per tali furono riconosciute in ogni tempo, dal che ne segue, che esse non erano nate per deposizione veruna di torbida, come succede agli interrimenti, ma solo per natura della materia, che le formava, anzi dall'esser sempre state scoperte dette secche, e non mai accresciute per deposizione di materia arenosa, o limosa, ne viene in manifesta conseguenza la velocità del Po d'Ariano essere stata sempre tanta da non lasciar deporre nel sito delle secche le torbide di sorte veruna, dal che con nuova illazione si deduce, che se sulle secche predette, dove minore era il corpo d'acqua non succedevano deposizioni, molto meno potevano succedere negli altri siti, dove era più abbondante, e più facilmente risentiva i flussi marini. Terzo. È comune osservazione nelle rotte de' fiumi, che l'escavazioni di fondo, che succedono al di sopra, e gl' interrimenti che si osservano seguire al di sotto, chiusa che sia la rotta, e tornato il fiume al suo corso primiere in breve tratto di tempo li dossi nuovamente si escavano, e l'escavazioni tornano a riempirsi, sinchè il fiume abbia restituita a se medesimo la cadente del proprio fondo dovutali dalla combinazione delle cause operanti; quale adunque è stata la cagione per la quale dopo seguita la chiusura della rotta della Marchesa non sono ritornate a manifestarsi le secche di S. Maria, come avrebbe dovuto succedere, se esse fossero state una parte del fondo proprio alle acque, che scorrono pel Po d'Ariano, e non più tosto avessero l'acque predette sempre tentato di roderle, abbenchè per la loro poca forza senza frutto, il che ottenuto in occasione della rotta predetta, l'acqua medesima accresciuta di corpo ha

potuto da allora in qua mantenersi il fondo, senza segno veruno d'interrimento.

Mezzo opportuno sarebbe per convincere la verità della nostra intenzione combinare le misure antiche con le prese nell'ultima visita, se quelle fossero state legate, come le nostre a termini stabili, ma perchè sono esse state fatte senza precisa determinazione del luogo, e del pelo d'acqua, ci conviene restare privi di questa prova; solo troviamo nella visita Borromea uno scandaglio fatto alla chiavica de' Quattro occhi in faccia alla terra di Ariano, dal quale vediamo ciò che può dedursi al nostro proposito.

I periti che furono impiegati nella visita dell'acque l'anno 1660. fecero molti scandagli nel Po d'Ariano, e fra questi un solo è legato al sott'arco e soglia della chiavica del Canal Bianco, che sta in faccia alla terra di Ariano. Da questo apparisce che il fondo del Po in detto sito restava più basso della soglia della chiavica predetta detta de' quattr' occhi, o Guglielmina piedi 6. 2. 0, e del sott' arco della chiavica medesima piedi 15. 10. 0. Nell'ultima visita, il giorno 19. Maggio 1693. si è fatto altro scandaglio nel sito medesimo, dal quale risulta, che il fondo predetto resta più basso della soglia della medesima chiavica de' quattr' occhi piedi 6. 4. 2, e del sott' arco della stessa piedi 16. 3. 0, talchè paragonando la bassezza del fondo medesimo sotto il sott' arco, sarebbe la differenza once 5. che mostra sempre più basso il fondo presente dell'antico. Tale differenza però è insensibile, come concernente alle mutazioni, che quotidianamente si osservano negli alvei de' fiumi, che ora si alzano, ora si abbassano, secondo le diverse direzioni del filone, e secondo la permanenza, o deficienza delle concause, che alterano le regole generali delle situazioni delle cadenti. Si può adunque da questo scandaglio assai accertatamente conclndere, che il fondo del Po di Ariano della visita Borromea, sino al giorno presente non sia sensibilmente alterato, e che mantenga la sua cadente, come gli altri fiumi, che hanno esito reale; essendo per altro inutile fare un ragguaglio insieme di tutti quelli nella visita Borromea, e paragonarlo ad altro simile di tutti li fatti nella visita ultima, portando tal calcolo un'infinità d'incertezze, per evitare le quali sarebbe stato d'uopo avere avuto nell'uno, e nell'altro tempo molte necessarie riflessioni, ed avvertenze, per altro non praticate, come occorrendo si farà manifestamente vedere.

SCRITTURA XXI.

DEL PO GRANDE.

Per mostrare sempre più chiaramente la necessità del rimedio richiesto, cioè dell' introduzione del Reno nel Po grande, esibì ancora il Guglielmini lo scritto che qui aggiugniamo, da cui si rende palese l' accrescimento sempre maggiore delle inondazioni seguite sul Bolognese.

Dopo che voltato Reno nella Sanmartina si credeva di trattenerlo qualche tempo coll' aiuto degli argini circondarj, che vi furono fabbricati, restarono immediatamente deluse le speranze di chi aveva consigliata tal diversione, perchè alle prime piene, rotte le arginature si versò l' acqua dalla parte del Bolognese, e cagionò inondazioni tali, che obbligarono i Bolognesi di farne le dovute rimostranze alla s. m. di Paolo V. allora regnante, il quale con suo Breve particolare spedì monsignor Centurioni a riconoscerne in fatto la verità.

Cominciossi la visita di questo Prelato a dì 27. Agosto 1605., ed in essa si liquidarono i danni esposti a N. S., che non oltrepassavano l' arigine sinistro di Riolo, ristretti nelle Ville del Cominale, e di Caprara, oltre qualche altro danno simile originato dal gonfiamento delle valli nel circondario di esse.

Che il danno non oltrepassasse l' argine di Riolo, si fa manifesto dal leggere in detta visita sotto il dì 8. Settembre, che dai Ferraresi fu indicato un soprasoglio alto piedi 1. 4. sopra gli argini vecchi di Riolo, che i medesimi Ferraresi dissero essere fatto per difendere l' acqua del condotto Riolo, acciò non andasse a dannificare le campagne a mano destra.

Che non si estendesse che alle ville accennate, si fa chiaro dai contrasti seguiti fra Bolognesi, e Ferraresi sopra il dubbio se veramente il Cominale, e Caprara nuova erano, o nò stati bagnati l' inverno, e primavera antecedente dall' acque del Reno, negandolo i Ferraresi, e portandone in prova i raccolti esistenti nelle case dei contadini, le stoppie, ed erbe, che ancora apparivano su le campagne, e rispetto ai siti dove maggiori ne apparivano, e più certe le vestigia, asserendo essere vallive di sua natura; anzi da una postilla fatta dal medesimo Prelato di mano propria ad un foglio dato sopra questo particolare, dove esprime, che *il Cominale non è valle, ma ve ne è parte di buona, e parte di cattiva ec.*

Nella medesima visita si andò in carrozza per la via pubblica dal ponte del Mulinazzo sino all' arginino della Pontanara, che era sul

Ferrarese di là dalla torre dell' Uccellino, e ciò oltre la visita è confermato con una simile postilla.

Ora tutti gli accennati siti sono ridotti a valle, come è manifesto dall' ultima visita, e le inondazioni oltrepassano di molto l' arginatura destra di Riolo.

Finita la detta visita morì monsignor Centurioni, ed in suo luogo fu mandato dallo stesso Pontefice monsig. Gaetano, che fece una visita particolare sopra la qualità delle accennate inondazioni cresciute al maggior segno, e cominciò a dì 16. Gennaio 1606, e durò per tutto il dì 20. dello stesso mese, nella quale essendo costato quanto occorreva, fu poi sotto li 17. Febbraio 1606. pubblicato il decreto del taglio degli argini del Po a Longastrino per liberare il paese inondato.

Bastò per allora a questo Prelato di accertare la vastità enorme delle inondazioni, ma poco dopo mandò il sig. Andrea Chellini suo Auditore a segnare i confini a' quali si estesero, il quale cominciò la sua visita, ed operazione li 11. di Marzo 1606, facendo conficcare pali grossi sino al numero di 116. nei confini delle inondazioni, descrivendo i luoghi dove ad uno per uno furono piantati.

Forse non sarebbe difficile riscontrare almeno a un dipresso il luogo di ogn' uno di essi, ma ciò richiederebbe una visita particolare, e la notizia de' diversi contratti, che ponno essere seguiti sopra i fondi de' particolari, de' quali per lo più si nominano i padroni.

Nondimeno nella detta visita si assicurano alcune particolarità, che porgono gran lume a riconoscere quanto in oggi sieno avanzate le inondazioni medesime.

Sotto il dì 23. detto si piantarono tre pali nel comune della Pegola, poscia si passò a piantarne uno nel comune di Guasseto, indi se ne posero quattro nel comune di Maccaredo, e poi due in quello di S. Vincenzo, e finalmente si entrò nel comune del Poggio, ec.

Da ciò manifestamente si deduce, che le inondazioni da questa parte non si estendevano oltre i detti quattro comuni dalla parte di sopra. Adunque si sono estese in Rubizzano, Cinquanta, Olmo, Cenacchio, comuni superiori ora inondati.

Si nominano inoltre i beni dell' Arciprete di S. Anna di Ferrara, incontro a' quali si piantò un palo. Questi terreni ora sono valle formale, e sono stati comprati da' signori Zanchetti.

Nel comune del Poggio fu piantato un palo sull' argine Segadizzo, ora sotto l' argine rotto si è inondato tutto il paese intrachiuso.

A dì detto nel comune di Galiera si piantò un palo sull' angolo appresso il Ponte de' Frati sopra Scorsuro, e un altro su i beni de' signori Malvezzi sull' angolo diritto la torre de' Frati. In questa visita si è veduto un mare d' acqua di sopra la torre di Coccenno de' Padri di S. Michele in Bosco.

Perchè i detti pali non fossero rimossi ne fu fatta proibizione con bando particolare da monsignor Gaetano, e ne fu lasciata nota distinta ai massari, perchè ne avessero buona custodia; nulla di meno essendone abbattuti molti, furono fatti rimettere dal signor Cardinale Caponi l' anno 1621, e se ne ha visita particolare, ma dopo intieramente si trascurarono.

L' anno 1625. nella visita di monsignor Corsini li 19. Febbraio si osservarono certi prati vicini alla Casaccia de' signori Lambertini, altre volte prati buoni, e terreni coltivati, allora ridotti a pascoli da bestie. Nella visita ultima per detti prati si è navigato, e l' acqua entra nella Casaccia predetta.

A dì 20. Febbraio il Cominale, Caprara nuova, e Raveda sono detti boschivi, bedostivi, e sterpolivi, e vengono pure nominati per interriti dalle torbide di Reno; ed ora, non ostante l' alzamento, sono valli.

Dal cantone di Riolo sino alla torre di Coccenno si videro i terreni a destra, e sinistra, che parte si bagnano, e parte patiscono di scolo. Ora tutti si bagnano anche qualche miglio più alto della torre predetta.

Per non dissimulare cosa alcuna, nel tempo che Reno corse per la rotta Muzzarella nella Sanmartina, tutti i terreni prima inondati si ricuperarono, ma restituito che fu il medesimo nel suo corso primiero, si tornò alle calamità di prima, che si sono sempre avanzate quanto più il Reno protraendo la sua linea andava serrando l' esito alla valle superiore del Poggio; quindi è, che non tanto sono avanzate le inondazioni tra la Savena, ed il canal naviglio, e negli altri luoghi tra la Savena e l' Idice, che piuttosto per le rotte di Savena si sono qualche poco bonificati, e si è ristretta la valle. Solo la valle di Diolo, perchè priva di acque torbide è rimasta nello stato di prima, anzi qualche poco deteriorata dalle piene di Reno, che cominciano a gonfiare per la Salarola, cosa che prima non succedeva.

ESAME DEL SECONDO PROGETTO,

CIOÈ D'ELLA DIVERSIONE DI RENO DAL TREBBO ALLO SBOCCO DEL FIUME SAVIO.

SCRITTURA XXII.

Postosi in campo l' esame della linea proposta da' Ferraresi di divertire il Reno due o tre miglia sotto Bologna al Trebbo, e condurlo a traverso il Bolognese, e la Romagna fino in mare allo sbocco del Savio, ricevendo entro il nuovo alveo tutte le acque chiare, e torbide, che avesse incontrate, come essi avevano più pienamente spiegato con loro foglio, e con pianta annessavi; il Guglielmini impugnando tal proposizione esibì la presente scrittura.

Si è veduta e considerata la pianta ultimamente comunicataci, nella quale sta delineata la linea altre volte meditata sotto nome di diversione a colle, e monte, ed ora abbracciata, e proposta da esaminarsi per l' inalveazione de' fiumi del Bolognese, e Romagna sino al Savio, e s' è riconosciuto, che questa comincia due miglia sotto Bologna, incamminandosi verso scirocco paralella alla via Flaminia sino allo sbocco della Salustra nel Sillaro, dove piegando insensibilmente verso levante, arriva alla strada, che va da Faenza a Bagnacavallo, e quindi con nuovo angolo pure a levante proseguisce sino quasi in dirittura di Forlì, e poi replicatamente inclinando sempre più verso Levante, e greco, si introduce nel fiume Savio, non molto sopra il passo della marina, per l' alveo del quale seguitando in qualche lunghezza, si piega a sboccare nel mare precisamente a levante.

Commendabile al certo è l' animo grande de' Proponenti non capaci d' atterrirsi da operazione sì vasta, che pure potrebbe spaventare i Principi di Stato più che mediocri; ma forse si figurano così grande l' utile, e il benefizio che stimano bene impiegata ogni spesa per ottenerlo, e così certa la riuscita, che non abbia da dubitarsi di gettare inutilmente il denaro.

Se l' Eminenze Vostre non avessero assolutamente comandato ai Bolognesi d' esporre sopra detta linea le loro riflessioni, ne avrebbero per ogni dovuto rispetto lasciato il giudizio interamente all' Eminenze Vostre, con certezza che la loro impareggiabile perspicacità non avrebbe permesso, che s' ingannassero in crederla operazione non fattibile, e non riuscibile con la felicità, che si presume; ma comecchè essi al pari d' ogni altro sono, e devono esser sempre rassegnatissimi nella volontà dell' Em. Vostre medesime, espongono a titolo di

semplice, e cieca ubbidienza le seguenti riflessioni, che paiono loro necessarie da farsi in tal congiuntura.

§. 1. Quando si tratta di fare una di quelle operazioni, che per altro sogliono essere effetti della natura, il migliore fra tutti li consigli si è il procurar d' imitarla, osservando le di lei inclinazioni, e le regole che essa medesima si prefige nell' operare. Nel nostro caso se si riflette alle direzioni che hanno i fiumi della Lombardia, e Romagna dentro le valli, che formano fra le cortine de' monti, e parimente alle strade, che i fiumi da se medesimi si sono elette, scorrendo per la pianura, si vedrà che tutte queste vanno da mezzodì a settentrione, segno manifesto, che l' inclinazione, e sentimento della natura è di mandarli a sboccare ad un termine, che loro sta a settentrione, non a levante, cioè al Po grande, non al mare; e realmente l' acque dalla creazione del mondo sino al principio del secolo presente si sono sempre scaricate nell' Adriatico unite a quelle del Po, e seguirebbero anche adesso a far lo stesso, se l' abbandono del ramo di Primaro non avesse loro preclusa la strada, anzi le operazioni fatte dagli uomini; essendo certissimo, che il Santerno, quando sboccava alla Rossetta, trovando nelle sue piene il Po basso, scorreva con tutti gli altri fiumi del Bolognese alla Stellata pel Po di Ferrara. Dal che apparisce, che il dire di voltare i fiumi predetti a levante, è un aperto ripugnare al consiglio della natura, che ha per regola di mandare i torrenti, particolarmente lontani dal mare, ne' fiumi reali, e perenni, e dentro de' quali trovano esito più felice, e caduta maggiore, ed il tentare d' eseguirlo per conseguenza sarebbe niente altro, che una violenza non manutenibile con continuo dispendio, e pericolo. Se i nostri fiumi potessero scorrere più felicemente a levante, che a settentrione, bisognerebbe dire, o che il Sommo Creatore non fece l' ottimo, quando segnò le strade a' fiumi della Romagna, e del Bolognese, o pure che fra le cause seconde, più valevoli sieno state le meno efficaci; l' una, e l' altra delle quali proposizioni è ugualmente erronea, e piena di contradizioni.

In prova di ciò riflettasi, che il Lamone s' introdusse da se medesimo nel Po di Primaro a S. Alberto, benchè per più breve linea avesse potuto andare senza mistura d' altre acque da se solo al mare. I periti nel principio di questo secolo (1) stimarono tal successo essere un errore di natura, e pretesero di correggerlo col divertirlo dal Po, ed incamminarlo al mare per l' alveo che ha di presente; e ne seguì, che quasi subito divertito, per salvare la città di Ravenna bisognò tagliarlo due volte addosso alla Romagnola; e perchè ostinatamente si volle mantenere in tale stato, ne è seguito, che in vece di

(1) Visita Corsini a dì 20. Marzo 1623.

correre tutto fra terra, come prima faceva, ora ha di bisogno d'argini altissimi, ed il suo fondo resta sollevato sopra il piano delle campagne di molti piedi, oltre l'avere intersecato, ed impedito gran parte degli scoli del Ravegnano, e Faventino. Se questo solo esempio non bastasse, si rivolti il pensiero a Panaro, ed osservisi, che adesso che corre nel Po alla Stellata, mantiene escavato il suo fondo, atto a ricevere gli scoli delle campagne adiacenti. Quando si tentò di voltarlo al mare pel Po di Ferrara, e Volano, ne' pochi mesi che vi ebbe il corso, alzò il proprio fondo piedi 5, interrì il condotto di S. Bianca, e fu necessitata la città di Ferrara, per esimersi dal pericolo di restare sommersa, a spingere le di lui acque nelle valli di Marrara, e Sanmartina, fatte allora miserabile ricettacolo di tutte le acque sregolate.

§. 2. In seguito di questa massima sarà bene considerare la situazione del paese, per lo quale si pensa fare tal diversione. Egli è certissimo, che siccome tutte le pianure di questi contorni sono state fatte dalle alluvioni de' fiumi, così hanno avuto esito le acque, e perciò maggiormente pende la campagna a settentrione, che a levante, ed è più alta vicino alle sponde de' fiumi, che nelle parti intermedie, destinate perciò a ricevere condotti manufatti per isculo de' terreni. Pende bensì la campagna da Bologna a dirittura verso il mare, perchè l'acque de' fiumi più a levante, come più vicine al suo termine, e con isfogo più facile non potevano tanto elevarsi, quanto quelle a ponente; ma però non degrada regolatamente, e senza ondeggiamenti ben grandi.

Quindi la pianura del Bolognese, e della Romagna nelle parti anche superiori non può essere adattata a tenere incassati i fiumi indirizzati che fossero verso levante, perchè a tale effetto sarebbe stato necessario, che le alluvioni si fossero fatte con esitare l'acque a dirittura al mare, e non al Po; perchè in tal maniera avrebbero cagionato alzamento maggiore e in se medesimo, e negl'interrimenti, e fatto un degradamento regolato al mare; le quali cose mancando, bisognerà per lo meno servirsi d'argini più alti, e più bassi secondo la diversa costituzione della campagna; il che è contro la massima fondamentale di questa proposizione. Si prevede benissimo la risposta, che questo punto dipenda da una esatta livellazione de' mezzi; ma egli è altrettanto vero, che il nostro discorso non può essere alterato che dalle rotte seguite ne' fiumi, le quali abbiano elevata la campagna più in un luogo, che in un altro, e in qualche sito obliterate le inegualità della medesima; ma queste nelle parti superiori poi anche non succedono che di rado, e non possono portare mutazione considerabile; oltre che ne abbiamo esperienze, e prove sufficienti.

§. 3. Più strettamente però si può calcolare, almeno in corpo, la

caduta, che ha il Reno dal punto della sua diversione, che dal disegno si congettura poco sotto il passo di S. Vitale sino al mare. La caduta del ciglio superiore della chiesa di Casalecchio sino al pelo basso del mare, misurata, calcolata, e considerata in questa visita, è di piedi 158. once 2. e minuti 6. Quella del predetto ciglio sino al pelo inferiore del sostegno del Grassi, poco sotto del quale passa la linea, è di piedi 88. 1. 7; onde detratta questa da quella, resta di caduta dal pelo inferiore di detto sostegno al mare piedi 70. once 0, minuti 11; e supponendosi detto pelo orizzontale al fondo di Reno verso il passo di S. Vitale (che certo non vi può correre gran divario, ed in ogni caso è facile di farne la misura) altrettanta sarà la caduta di Reno dal punto della sua diversione al mare, che divisa in miglia 55. lunghezza per lo meno della linea proposta, dà di caduta alla nuova inalveazione piedi 1. once 2. minuti 3. $\frac{26}{55}$ per miglio. Considerisi ora se questa caduta è sufficiente a spingere la ghiaia, e il sasso, che si troverà in quasi tutti i fiumi intersecati dalla nuova linea; ciò rispetto a Reno, Idice, Quaderna, Sillaro è certo dalla visita (1); degli altri l'esperienza lo liquiderà. I fiumi che corrono in ghiaia, hanno bisogno di dieci, o dodici piedi di caduta per *miglio*, regolate nel più, e nel meno dal corpo dell' acqua propria, e dal peso, e condizione della materia che portano. Si prenda vicino l' esempio da Reno, il quale dalla chiusa sino al passo di S. Vitale ha p. 62. 10. 10. di caduta nel fondo, in lunghezza di sole sei in sette miglia, che è circa sopra nove piedi di caduta per ciascun miglio. Si tralasci anche questo rigore, ed a riguardo della mutazione delle cadenti, supponiamo, che bastino cinque piedi, ed essendo che tra Reno, ed il Sillaro v' è distanza di miglia 17, la caduta necessaria sarebbe di piedi 85, e noi non possiamo far capitale di più che di piedi 70. once 0. minuti 11, tralasciando di considerare quel di più, che è necessario di caduta dal Sillaro sino allo sbocco del Savio. Potrà dunque credersi, che la caduta di poche once detta di sopra sia per aver forza di spingere le acque al mare, senza permettere che si facciano nel fondo dell' inalveazione deposizioni enormissime?

§. 4. Fingasi fatto tutto il cavo dell' inalveazione proposta da Bologna in A (*Fig.* 6. *Tav.* 3.) allo sbocco del Savio in B, e sia la linea AB la cadente del fondo disposta in una linea retta, ovvero in più, che formino una specie di curvità, come A, C, D, E, F, B, secondo la natura de' fiumi, che camminano uniti, e suppongasi, che in C entri Savena, in D l' Idice, in E la Quaderna, in F il Sillaro, e dicasi, se egli è mai credibile, che Savena, v. g. porti giusto

(1) Adì 11. e 13. Aprile, e 4. Maggio 1693.

nel punto C il termine della sua cadente intersecata, e non più alto, nè più basso, come in G, o H? E supposto che sì, consideriamone tutti li tre casi; e prima poniamo, che si trovi più alta in G: dovrà dunque scavarsi fino in C, per uguagliare il suo fondo con quello dell' alveo nuovo, e così acquisterà maggiore la caduta nelle parti superiori, la quale se al presente è tale, che può spingere all' insù la ghiaia, molto più lo farà, resa che sia maggiore; e detta ghiaia introdotta nell' alveo nuovo, non potrà smaltirsi in alcuna maniera per difetto di caduta; adunque vi si formerà, ed alzerà il fondo sino a perderla interamente, e non portarne più, e tale alzamento influirà nell' elevazione del fondo del cavo tra C, ed A; e quando anche per altro fosse per farsi in secondo luogo la cadente di Savena più bassa dell' alveo nuovo come in H, certa cosa è, che il letto di essa dovrà riempirsi almeno sino ad inalvearsi in C; ed essendo le sponde della medesima in oggi appena sufficienti a contenere le proprie piene, ne verrà la necessità di averle ad arginare; ed ecco cresciuta una nuova spesa, una soggezione, ed un pericolo, ed anche un danno a' terreni superiori con infelicitar loro gli scoli. Ma supponiamo, che la cadente intersecata cada precisamente nel punto C, e non più alta, ne più bassa; nulladimeno potendo il fiume spingere la ghiaia anche più inferiormente, egli è chiaro, che egli la spingerà anco nel cavo nuovo, e non potendola mandare più avanti sempre per difetto di caduta, dovrà elevarsi tanto da perderla, e da non portar più materia grossa, ed allora solamente avrà stabilito il proprio fondo; nè v' è altro modo, che simile inalveazione potesse sussistere, se non in caso che tutti i fiumi si ricevessero dentro di essa nel sito, che di già avesse lasciata la ghiaia, e che le cadenti de' medesimi non si avessero sensibilmente ad alterare per unirsi alla cadente del fiume maggiore.

Il discorso fatto di Savena s' applichi a tutti gli altri fiumi, che si traversano in ghiaia, e si vedrà quanto si moltiplichino gli sconcerti, atteso che l' escavazione cagionata dai fiumi inferiori influisce sempre nell' alzamento del fondo de' superiori; e poi manifestamente si deduca, che il piano di Bologna, anche sotto la medesima città, sebbene è tanto alto, che può contenere i fiumi, che scolano verso settentrione, non è però di gran lunga sufficiente a fare spalla naturale ai medesimi per obbligarli a correre a levante verso il mare.

§. 5. Nè si dica di provvedere con argini, perchè prima questi non potrebbero farsi di tanta altezza, che bastasse; secondo, già è noto, che i fiumi che corrono in ghiaia, non obbediscono a simili ripari; e terzo, gli scoli de' terreni superiori non potrebbero aver ricetto nel fiume, il fondo del quale per necessità si eleverebbe di molto sopra il piano della campagna.

§. 6. Benchè il detto fin quì basti per mostrare l' impossibilità della pretesa inalveazione, più che l' incertezza dell' esito della medesima; nondimeno quand' anche la campagna tutta fosse tant' alta, che bastasse a tenere incassata per tutto, e perpetuamente l' acqua, l' eseguirla sarebbe un operare alla cieca per più capi.

Primo, perchè tale intrapresa non ha esempio, che possa dar norma. Secondo, non è stata trovata sin' ora l' arte di proporzionare l' alveo di profondità, e la larghezza di più fiumi uniti insieme in sito, che portino il sasso, se non con andare allargando l' alveo, in modo, che nel fine sia la di lui larghezza uguale a quelle di tutti gli altri insieme unite; il che sarebbe un consumo di denaro, e di tempo incredibile. Terzo, non basterebbe forse nè anche, perchè i torrenti vicino ai monti non vogliono limiti alle loro larghezze, scorrendo ora da una parte, ora da un' altra; e benchè molte volte abbiano ampiezza d' alveo sovrabbondante al bisogno, nulladimeno corrodono le ripe de' campi, e dentro quelli si trovano nuovo letto, incapace perciò d' alcuna rettitudine di linea, e sono obbedienti a quella direzione, che è loro data dal caso; e però si vede il Reno, per esempio, al ponte della via Emilia avere sopra 80. pertiche di larghezza, laddove nelle parti inferiori, dove cammina rassettato di corso, 18. in 20. pertiche d' alveo gli bastano per scaricare le sue acque. Quarto finalmente, quanti accidenti impensati atti a difficultarne, disturbarne, ed impossibilitarne l' esecuzione possono succedere in una proposizione non mai più discussa, ma solo semplicemente indicata, e quasi subito rigettata, e che per alcuni dei predetti, e per altri meno efficaci motivi fu canonizzata per moralmente impossibile dal medesimo padre Spernazzati, che pure tanto pensò senza alcun riguardo agli interessi, e soddisfazioni de' Bolognesi, per ben regolare l' acque a destra del Po di Primaro.

§. 7. Rispetto al punto della qualità della spesa, benchè questa non si possa accertare, che dopo fatta una esattissima livellazione; nondimeno si può congetturarne la grandezza, discorrendo sopra i quattro correnti capi, e sono: primo, l' escavazione a detto: secondo, la compra dei terreni, fabbriche, che resterebbero dentro *l' alveo*: terzo, gli edificj vecchi, che resterebbero inutili; e quarto, quelli che dovrebbero farsi di nuovo.

Quanto all' escavazione, si lascia essa considerare di qual prezzo sia in lunghezza di miglia 55. ed in larghezza non si sa quanta. Supponendo, che il cavo da farsi dovesse essere di larghezza di pert. 20, e profondo piedi 10, che di tal sezione ha di bisogno il solo Reno, la spesa ascenderebbe ad un milione, e 760. mila scudi, computando il conto dell' escavazione a giuli 4. il passetto, e non essendo assolutamente sufficienti le sole dette pertiche 20. di larghezza, per ogni

pertica, che in questa si accresca, si aggiungono alla suddetta spesa 28. mila scudi, senza star qui a considerare, che la larghezza maggiore del cavo aggiunge proporzionalmente spesa maggiore dell' escavazione.

I terreni che si occuperebbero in larghezza di pertiche 30, sono tornature 5729, che valutate ragguagliatamente a scudi 80. l' una, costerebbero 458. mila, e 320. scudi per ogni pertica; che se occupasse di più in larghezza, bisognerebbe accrescere la spesa per questo capo scudi 15 mila, e 277, e un terzo.

Questi due capi scorsi almeno per la metà, secondo le predette considerazioni, sommano due milioni, 218 mila, e 320 scudi.

La compra delle fabbriche, che resterebbero in tale alveo, non si computa, perchè non se ne sa per adesso nè il numero, nè la qualità. Si sa bene, che tutti i mulini del contado di Bologna, e Romagna, almeno quelli, che in buon numero sono di sotto, resterebbero inutili, e bisognerebbe reintegrarne o con l' entrata, o con il prezzo i possessori. Ma non potrebbe già supplirsi al danno de' popoli, che resterebbero privi del comodo tanto necessario di macinare i loro grani in vicinanza delle case loro; e quando si dicesse di derivare dal fiume maggiore canali, che portassero l' acque ai predetti mulini, vi bisognerebbe e chiuse, e chiaviche di spesa non prezzabile. Quanti ponti si avrebbero a fare per mantenere il commercio de' territorj con le proprie città? Nel solo Bolognese si traverserebbero cinque strade maestre, cioè quelle delle Lame, di Galiera, della Mascarella, di S. Donato, e di S. Vitale, che tutte si partono dalla città, e vi vorrebbero altrettanti ponti: sotto l' istessa considerazione cade la via che da Medicina va a castel S. Pietro, e molte simili; e di quelle della Romagna potranno le Eminenze Vostre ritrarne da' signori Romagnoli il numero preciso.

L' intestatura che sarebbe necessaria per voltare il corso del Reno nel cavo nuovo, oltre l' essere d' incertissima sussistenza, sarebbe anco d' una spesa da non credersi facilmente.

§. 8. Passando dal punto della spesa alla considerazione dell' utile, o del danno che ne risulterebbe; egli è vero, che data tale inalveazione fatta, e sussistente, le valli resterebbero prive, e libere dall' acque de' fiumi, e capaci degli scoli delle campagne, e che perciò in gran parte si bonificherebbero; ma è ben anche vero, che calcolata la spesa necessaria di case, e di piantamenti, di escavazione, di condotti ec., per ridurre i terreni essiccati a perfetta coltura, ed unita a quella che importerebbe l' inalveazione proposta, verrebbero i terreni a comprarsi a prezzo rigorosissimo, e molti, per non dire ognuno, eleggerebbero piuttosto di abbandonare il dominio de' propri fondi, erogando il danaro, che dovessero spendere per la bonificazione

in compre di terreni sicuri, e fertili fuori di essa, che soggiacere alla certezza dello sborso, egualmente che all' incertezza della riuscita. Quattro milioni, che a dir poco, sarebbero necessarj a perfezionare tale operazione, importano alla ragione di 4. per cento 160 mila scudi di frutto annuo; e questi donde s' avrebbero a ricavare?

§. 9. La navigazione da Bologna a Ferrara sarebbe interamente perduta, come intersecata sopra a Corticella, con danno inestimabile dell' una, e l' altra città per le gabelle, e pel commercio, e pel passaggio de' forestieri; e quando si pensasse continuarla per un ponte canale sopra di Reno medesimo, come si vocifera, si accrescerebbe all' altre spese anco questa, e quella degli edifizj, ed escavazione necessaria per ripararla, che ascenderebbe a più centinaia di mila scudi; essendovi necessarj i sostegni nuovi, resi inutili i vecchi; oltre che è moralmente impossibile a fare, e più a mantenere un ponte canale atto a portare un' acqua tanto sregolata, come quella della navigazione di Bologna, comecchè è crescuita da diversi torrenti fuori della città, e dagli scoli di questa, e dal torrente Avvesa, che se gli unisce poco sotto il porto naviglio.

§. 10. I mulini, ed altri edifizj che lavorano con acqua, se sono sotto alla linea, come s' è detto di sopra, si renderanno inutili per mancanza della medesima, e quelli della città, ed altri molti che restano al di sotto, patiranno lo stesso infortunio per difetto di caduta.

§. 11. Il territorio di Bologna da detta inalveazione resterebbe tagliato, e diviso per la sua larghezza, ed il simile sarebbe della Romagna; e se monsig. Corsini fra le ragioni che lo mossero ad unire il Reno a Panaro, asserisce, che la prima fu, perchè si veniva a condurre per i confini dello Stato Ecclesiastico, con gran ragione avrebbe egli anco per questo capo rigettata la proposizione, di cui si tratta, la quale s' interna nel cuore di due provincie le più belle, e più fertili di tutte quelle, che rendono ubbidienza alla S. Sede. Anzi se li signori Ferraresi hanno tanto a cuore i loro Polesini, che aborriscono di udire chi discorre d' introdurvi l' acqua di sorte alcuna, benchè in minima parte; con qual fondamento possono credere, che i Romagnoli, e Bolognesi abbiano ad aderire a questa loro proposizione, che per tanta lunghezza lor toglie il più prezioso, il più ameno, ed il più abbondante de' loro territorj?

§. 12. Sebbene s' asserisce, che questa nuova inalveazione si farà quasi tutta fra terra; nondimeno dove la linea s' incurva confesserassi la necessità delle arginature, se non per altro, almeno per l' abbondanza dell' acque nelle piene unite di tanti fiumi; nel qual caso, come avranno da scolare i terreni racchiusi v. g. tra il Lamone, ed il Montone, tra questi, ed il Ronco, e tra il Ronco, ed il Savio?

Se per via di chiaviche, ecco un nuovo capo di spesa; ma queste non gioveranno forse a causa della bassezza della campagna; e poi con qual fondamento di ragione obbligare i Faentini, Forlivesi, e Cesenati, che hanno i proprj paesi esenti dall' acqua, a tenere gli scoli imprigionati da chiaviche, quando nello stato presente li godono in una intera libertà?

§. 13. Succedendo poi una rotta nell' argine sinistro di questo nuovo fiume, non sarebbe essa la desolazione di un tratto di paese fruttifero, che resterebbe pieno d' arena, ed in isterilità a quel segno, che si vede succedere per le rotte de' torrenti vicino alle montagne?

Le terre della Romagnola, e la città di Ravenna, che danni non ne sentiranno in caso tale, nel quale non avrebbono per nemico un solo fiume, ma tutti insieme, e l' acqua non correrebbe attraverso la campagna, come adesso, con poca, o niuna caduta, ma al lungo della pendenza medesima, che vuol dire con furia da non immaginarsi, e da non potervi resistere? Il Po di Primaro potrebbe in qualche caso esserne il ricettacolo, e forse non potrebbe smaltire tutte queste acque, senza rovesciarne gran parte, o nel Polesine di S. Giorgio, o nelle valli di Comacchio; il che sarebbe tanto più facile, quanto che si sente mettere in capitale di trascurare l' arginatura.

§. 14. Ma questi, ed altri simili punti si lasciano considerare ai signori Romagnoli, tanto superiori, che inferiori, siccome anco alla Camera Apostolica pel danno, che ne risentirebbe di una rotta, che succedesse alla destra del Savio, caricato da tante acque, se essa andasse ad accostarsi alle Saline di Cervia.

Noi, a' quali basta d' aver mostrata la nostra inalterabile prontezza in ubbidire ai comandi dell' Eminenze Vostre col portare loro sotto gli occhi i più rilevanti motivi, che ci fanno credere impossibile, dispendiosa, inutile, dannosa, e pericolosa la proposta de' signori Ferraresi, speriamo nell' istesso tempo d' aver fatto apparire, che il trasandare le osservazioni delle regole della natura, porta seco il danno, e la riforma di provincie intere; siccome di fatto da questa sorgente sono derivati tutti i pregiudizj, a' quali ormai per un secolo stanno soggette le tre provincie; e speriamo di poter ragionevolmente concludere, che il più sano consiglio in questa materia dell' acque deve essere quello di Pisone, applaudito, ed abbracciato dal saggio Senato di Roma: *Optime rebus mortalium consuluisse naturam, quae sua ora fluminibus, suos cursus, atque originem, ita fines dederit.*

SCRITTURA XXIII.

DELLA LINEA AL SAVIO.

I due primi articoli che furono proposti da considerare intorno a questo progetto furono,

I. Se la nuova linea independentemente dalla caduta del mezzo, con quella che ha dal termine a quo *al termine* ad quem, *sia sufficiente per condurre l' acqua al mare.*

II. Con qual regola debba proporzionarsi al nuovo alveo, e se in esso potranno mantenersi incassati i fiumi che vi si introdurranno.

A' quali articoli il Guglielmini così rispose.

Quando si tratta di fare qualche nuova inalveazione, i punti principali da considerarsi sono la quantità della caduta che ha il termine superiore sopra l' inferiore, e la disposizione della campagna, per la quale dee passare l' alveo; questa seconda condizione dee per ora nel caso nostro supporsi adequatissima, come se la caduta totale de' termini fosse egualmente distribuita nelle distanze, oppure paralella alla cadente futura del fiume, ogni volta che potesse combinarsi la somma della caduta coll' elevazione del primo termine.

Restringendo perciò il discorso alla quantità della caduta, si premette che non può determinarsi l' esigenza di essa se non si fa riflessione alla condizione dell' acqua, alla quantità di essa, ed alla materia che porta, o sia che l' incorpori alla sua medesima sostanza, oppure, che la spiega avanti svellendola dal fondo, e dalle ripe tra le quali essa scorre.

Quindi è, che i fiumi variano la pendenza per due capi. Prima per l' unione di nuove acque, secondo, per la mutazione della materia che portano, o spnigono. Così il Reno unito alla Samoggia ha una caduta, da se solo prima dell' unione ne ha un' altra, e maggiore. La Samoggia ha pendio più grande di Reno, perchè porta corpo d' acqua minore, e questo dal sito, dove lascia la ghiaia *sino* all' unione con quella, ha caduta minore, che dove scorre in ghiara, e molto maggiore la possiede, dove porta la ghiara più grossa.

Il determinare *a priori* quale caduta richieda un fiume posto in qualcheduna delle accennate condizioni, è pensiero del tutto inutile, e cosa affatto impossibile, non potendosene avere certezza, che dalle osservazioni della stessa natura, che vuol dire dalle livellazioni de' fiumi in siti proporzionati.

È facile di calcolare la caduta di Reno dalla chiusa di Casalecchio sino al Trebbo; poichè dalle livellazioni autentiche prese in questa visita costa, che il ciglio superiore della chiusa di Casalecchio ha di

caduta sopra il pelo d' acqua superiore del sostegno di Corticella piedi 88. 1. 7. alla quale aggiunti p. 2. once 11. per la caduta dovuta alle pertiche 1398. che sono da Bologna al sostegno di Corticella, somma la caduta del ciglio della chiusa sopra il pelo superiore del sostegno predetto piedi 91. 0. 7. Il fondo di Reno al principio della linea è più alto del pelo del sostegno predetto piedi 13. 6. 4. Adunque la caduta del ciglio superiore alla chiusa sino al punto della diversione proposta è p. 77. 6. 3. dalla quale detratta l' altezza della chiusa piedi 21. 4. 2. resta la caduta del fondo di Reno dalla chiusa predetta sino al punto della diversione p. 56. 2. 1.

La caduta del ciglio superiore della chiusa sino al pelo inferiore del sostegno di Tieni consta dalla visita essere piedi 151. 3. 3. alla quale noi crediamo potere aggiungere piedi 8. per l' abbassamento del mare nel suo riflusso, e per la caduta fra un sostegno, e l' altro nel Po di Volano; adunque l' intiera caduta del ciglio della chiusa sopra il pelo basso del mare, sarà p. 159. 3. 3, dalla quale detratta la caduta dal ciglio della chiusa sino al punto della diversione trovata piedi 77. 6. 3, resta la caduta della nuova inalveazione proposta, preso per termine *a quo* il fondo di Reno in detto sito sopra il pelo basso del mare p. 81. 9. 0.

La lunghezza della linea proposta da' signori Ferraresi per quanto si raccoglie dalla pianta comunicata, è miglia 70. di Ferrara, che sono di Bologna miglia 49. (si tralascia di considerare quel tratto di linea, che ha da servire pel Lavino, e Samoggia, il quale è di miglia 10.) Divisa adunque la caduta predetta piedi 81. 9. 0. in miglia 49. vengono piedi 1. once 8. di caduta per miglio.

Consta pure dalla livellazione fatta ultimamente, che il Reno per quel tratto, che corre in ghiara dal punto della diversione proposta sino al Trebbo, dove comincia a lasciarla, vuole piedi 3. 6. 0. per miglio, ma voltandolo verso levante, come si è dimostrato, non ne avrebbe che p. 1. 8; adunque tale caduta manca di once 22.

Tralasciando Savena, la quale non si sa, se sia traversata in sito di ghiara, certa cosa è, che l'Idice la porta sino sotto la chiusa della Riceardina; e molto più sino a quella di Castenaso; sopra della quale passa la linea de' signori Ferraresi, in tal luogo l'Idice ha 8. piedi di caduta per miglio; voltandolo a levante unito a Reno, e Savena, supponiamo che bastino piedi 5. adunque la caduta dell' Idice in su sarebbe difettosa di piedi 3. once 0.

Lo stesso discorso si deve ripetere per la Centonara, Quaderna, Gaiana, Silaro, Correcchio, ec. li quali tutti portano la ghiaia di sotto della linea proposta, e più grossa di quella di Reno; e per conseguenza richiedono maggior caduta.

Ma supposto anche, che bastassero in corpo due piedi per miglio

sarebbero pure necessari piedi 98, ma noi non possiamo farne capitale di più di piedi 81. 9, adunque ne mancherebbero piedi 16. 3.

Nè vale il dire, che la ghiaia si profonderà nel terreno, perchè ciò non può succedere che sul principio; e quando il fondo del fiume si è fatto ghiaioso, allora la ghiaia di sotto resiste al profondamento di quella di sopra, ed è di necessità che spingendola la caduta superiore nell'alveo, e non potendo essa essere spinta avanti per mancanza di caduta, ella si ammassi fino al segno, che perdutosi dalla parte di sopra il pendio necessario per spingerla avanti, ella non sia portata, il che non può conseguirsi, che coll'elevazione del fondo nella parte superiore.

Similmente non rileva punto che la linea non incontri nell'intersecazione degli altri fiumi che ghiarella minuta, atteso che ciò non sussiste rispetto all'Idice, Quaderna, e Sillaro, i quali portandola molto più a basso dell'intersecazione, non ponno averla al punto di essa così minuta come si presuppone, e quando anco ciò fosse, la livellazione di ieri mostra richiedersi in tali siti piedi 3. 6. per miglio che non si ponno avere nella distanza di miglia 49. con caduta di piedi 81. 9.

Non si considera la caduta necessaria per li fiumi Lavino, e Samoggia, la quale quando si mettesse in conto accrescerebbe molto di peso alla preaccennata riflessione, e lasciandoli fuori di questa operazione, poco si sarebbe fatto di buono, perchè bisognerebbe trovare anche ad esse recapito, se non si volesse soggiacere ai danni che apporterebbe anche maggiori di Reno per l'alzamento dell'alveo molto maggiore del presente, che dovrebbe necessariamente succedere.

Si è presa la misura delle miglia 49, perchè tale la mostra la pianta esibita da' signori Ferraresi. Per altro nelle carte geografiche riesce molto maggiore, e maggiore anco la dimostrano le distanze itinerarie, che danno anche diversa situazione alla linea, che nella moderna pianta si fa incarvare a sinistra, dove nelle altre è necessario voltarla alla destra per mandarla allo sbocco del Savio.

Dal detto a noi pare di potere manifestamente conchiudere, che la caduta in corpo della linea proposta da' signori Ferraresi, non è di gran lunga sufficiente al bisogno, e che eseguita che fosse tale inalveazione dovrebbe per acquistarsela così elevarsi di fondo da rendersi superiore al piano delle campagne.

Circa il secondo punto, a noi non è nota veruna regola per proporzionare l'alveo a diversi fiumi massimamente che corrano in ghiaja. Sappiamo bene che all'unirsi diverse acque, più si profondano gli alvei, e più parimente si allargano, ma con qual proporzione ciò segua non solo non è stato dimostrato, ma nè anche indicato da autore veruno.

Possiamo ben dire che i fiumi correnti in ghiaia non vogliono limite alle proprie larghezze, e che le grandi alluvioni che si formano ne' loro alvei spingono la corrente a corrodere irreparabilmente le ripe.

Se poi i fiumi da introdursi in questa inalveazione sieno per mantenersi incassati dipende dalla considerazione della caduta, la quale essendosi da noi dimostrata insufficiente, ne segue che non può credersi tale incassamento, non solo nel sito della linea, ma nè anche nelle parti superiori, dove ora camminano incassati, e ciò per l'elevazione de' fondi, che tutti dovranno andare ad unirsi a quello della nuova linea.

Ciò che poi sia per seguire da tale alzamento non si descrive, perchè è troppo patente ec.

SCRITTURA XXIV.

DELLA LINEA AL SAVIO.

Sopra i medesimi due articoli avendo anche i Ferraresi esibito un loro foglio, l' autore replicò ad essi come segue.

Circa il primo articolo la lunghezza della linea che mostra la pianta comunicataci è di miglia 70. di Ferrara, e di Bologna qualche cosa più di 49. Noi supponemmo nella nostra prima scrittura miglia 55. quale ce la mostrano le carte geografiche, e la distanza itineraria. Ora assumendosi questa da' signori Ferraresi, bisogna che si dichiarino di quali miglia parlino, acciocchè si possa fare il calcolo della caduta.

La caduta della linea dal punto della diversione del Reno sino al pelo basso del mare è stata da noi calcolata dalle misure prese nella visita p. 73. 9. 0, ed accresciuta di p. 8. riesce p. 81. 9. 0, nè sappiamo perciò con qual fondamento venga calcolata da essi piedi 88. 6. 8.

Gli autori che parlano della caduta necessaria per li fiumi torbidi stabiliscono la ventiquattresima parte della centesima di tutta la lunghezza, e noi non l'impugnammo, quando si parlava di sola torbida; ma quando si tratta di fondo ghiaroso l'esperienza dimostra l'eroneità come apparisce dalle livellazioni addotte nella nostra scrittura, che poi il fondo dell'inalveazione nuova sia per riuscire ghiaroso per lungo tratto, apparisce dalla visita.

Ma facciamo anche il calcolo della caduta necessaria secondo la predetta supposizione. La lunghezza di tutta la linea a misura di Bologna è di miglia 49, cioè pertiche 24500, la centesima parte è 245,

e la ventiquattresima parte è 10 $\frac{1}{2}$. Vi vorrebbero adunque pertiche 10 $\frac{1}{2}$ di pendenza, o sia p. 105. Noi ne abbiamo 81. 9, adunque ne mancano p. 23. 3. di Bologna. Facendo poi il calcolo a misura di Ferrara, miglia 70. sono pertiche 23333, la centesima è 223, e la vigesimaquarta parte è pertiche 9 $\frac{3}{4}$ che sono p. 93 $\frac{1}{2}$ di Ferrara; ma noi non ne abbiamo che piedi 81. 9. di Bologna che sono di Ferrara p. 76. 7. 9, adunque ne mancano di Ferrara p. 20. 10. 3. L'equivoco de' signori Ferraresi in dire che la caduta è soprabbondante, consiste in aver calcolate le misure di Bologna, e Ferrara senza ragguaglio.

Si assume poi da' signori Ferraresi la dottrina da essi rigettata quando si trattava della linea di Reno al Po grande circa la mutazione delle cadenti, e del principiare la delineazione di queste al di sotto. Desideriamo che ciò si avverta, e si applichi al Panaro, e al Po grande, ed aggiungiamo che la mutazione delle cadenti è vera, ma bisogna dimostrare che questa basti a consumare i p. 23. 3. che mancano sul supposto che debba per la nuova inalveazione portarsi la sola torbida al mare, e non corra per fondo ghiaroso, e di più tutta quella che è necessaria per correre sopra la ghiara per un tratto almeno di miglia 17. di Bologna, quanta si è la distanza dal Reno al Sillaro.

Per determinare quanto importi la mutazione delle cadenti, non giova punto la livellazione, tutto che esattissima, de' mezzi, anzi sin ora non si ha regola veruna nè dimostrata, nè indicata della proporzione, con la quale si diminuiscono le cadenti per l'aggiunta di nuove acque, non potendosi asserire altro sopra ciò, se non che esse si rendono successivamente minori.

Circa il secondo punto a noi non sembra buona la regola di fare l'aggregato delle larghezze de' due fiumi che debbono unirsi, e dedurne da esso quella dell'alveo comune secondo la proporzione indicata dalla natura in un caso simile, dipendendo la larghezza del fiume dalla resistenza maggiore, o minore delle sponde, che varia secondo che si muta la condizione del terreno, che le forma, e lo stesso fa molto caso nella mutazione delle cadenti, anzi non si ha nota proporzione veruna fra l'altezza, e la larghezza del medesimo fiume in tutti i siti, nè quella d'un fiume coll'altro, come apparisce dalle misure di esse. L'altezza del Po alla sua larghezza è come 1. a 22 $\frac{1}{2}$, quella di Reno assumendo l'altezza di p. 10. è come 1. a 18. quella di Panaro come 1. a 6.

Mentre poi da' signori Ferraresi non si giudica vera la dottrina da essi allegata, chiaro apparisce la dubbietà nella quale essi si trovano di proporzionare l'alveo a diversi fiumi uniti, senza levare la quale non è dovere d'impegnare i popoli a spese così eccessive, quali sono

le necessarie per l'esecuzione della proposta diversione; per altro quando ammettessero per dimostrata, come veramente è, tale dottrina, non lasceremmo di far vedere l'impossibilità di applicarla al caso presente.

Se poi il loro metodo fosse buono, non avremmo difficultà in concedere, che a causa del poco di più che può portar seco l'applicare le dottrine astratte alla materia, si abbondasse in cautela con dare qualche maggiore larghezza all'alveo; ma perchè il metodo è fallacissimo, potrebbe darsi il caso che tutte le abbondanze fossero anche scarse con grave pregiudizio di tutti.

Finalmente la livellazione che tanto si desidera da' signori Ferraresi, non mostrerà che la situazione del mezzo, non mai nè la situazione de' fiumi, nè la larghezza de' medesimi, nè la profondità, nè i corpi d'acqua, ec. e niente di questo può bastare per determinare la larghezza, e la profondità dovuta alla nuova inalveazione, che è la materia di questo punto, e perciò non è necessaria ma superflua, se prima non si mostra evidentemente la situazione della cadente, in relazione della quale poi si può vedere se i mezzi sono adattati a fare sponda dovuta all'incassamento desiderato, e che la caduta in corpo sia sufficiente al bisogno.

SCRITTURA XXV.

DELLA LINEA AL SAVIO.

Replicando i Ferraresi alle obbiezioni fatte loro nell' antecedente scrittura con nuovo foglio, ed anco in voce, nel congresso tenutosi; e perciò di nuovo fu obbligato l' autore a ribattere le loro risposte nel modo seguente.

Alla risposta della prima obbiezione si replica, che la lunghezza della linea sia di miglia 49, o pure 47 $\frac{1}{2}$, porta poco divario, che la livellazione non vi ha che fare per determinare la lunghezza di essa, che per accidente, ma che la pianta già esibita, è determinata a quest' effetto. Che supponendosi errore nella pianta, non si può poi nè anche prestar fede alla livellazione, che si dimanda replicatamente, abbenchè affatto inutile, e superflua, se prima non si prova evidenza di determinare la situazione della linea cadente propria *ex natura rei* di questa inalveazione.

La caduta poi di piedi 93. 3. 3. asserita in questo luogo è una manifesta fallacia, perchè fondata sopra una parte di livellazione da' signori Ferraresi ripudiata nella visita a car. 123. e 124. sotto li 27. Febbraio anno corrente 1693., e perchè paragonata ad un'altra parte

di livellazione fatta d'accordo doveva assumersi o l'una, o l'altra intiera, o (quello che era più proprio) valersi delle misure fatte d'accordo dalle parti registrate nella visita in forma autentica, e più sicure, per esser fatte la maggior parte ad acqua stagnante; e queste non danno che piedi 81. 9. o, che divisi in miglia 47 $\frac{1}{2}$, sono piedi 1, once 8 $\frac{62}{95}$ per miglio, inferiori anche al bisogno, come si dimostrò nell' altro nostro foglio sopra questi punti.

Alla risposta della seconda opposizione. Che dato, che il rimedio insegnato dal padre Michelini per mantenere la rettitudine a' fiumi, che corrono in ghiara, fosse ottimo, e certo, è però di spesa così eccessiva, da far perdere la volontà a chi si sia di mettersi in necessità di praticarlo. In ogni caso si potrà aggiungere anche questa considerazione per fare il calcolo della spesa, come si disse da noi nel congresso.

S' aggiunge un altro equivoco fatto in questa risposta, che è il paragonare la manutenzione di circa 100. miglia d' arginatura, o di cavo da farsi per questa inalveazione. Si avverte però, che le cose fatte si mantengono poco, abbenchè sieno di lungo tratto; ma le nuove non si fanno, che con delle spese eccessive, abbenchè di lunghezza minore, e poi chi assicura della sussistenza?

Alla risposta della terza opposizione si soggiugne, che non vale rispetto al Po l' esempio del Lamone, ed altri fiumi minori, bensì rispetto a questa nuova inalveazione. La disparità si è l' asserita da noi nel congresso, che il Po coll' unione di tante acque è giunto a farsi tanto di forza da escavare il proprio fondo a forma orizzontale, al quale stato non arriverà mai l' inalveazione proposta, comecchè destinata a ricevere soli torrenti, che tutti assieme non equivaleranno ad una decima parte del Po grande, e non hanno acque perenni, come il primo; onde rispetto a questa inalveazione dovrà avere qualche pendenza di fondo sino allo sbocco, e per conseguenza al prolungarsi della linea dovrà rendersi necessaria maggior pendenza, cosa che non succede nel piano orizzontale del Po. Onde è manifesto, che l' argomento de' signori Ferraresi è preso tutto il contrario, supponendo essi, che al prolungarsi de' fondi orizzontali, segua interrimento di fondo maggiore, che al protrarsi degli alvei inclinati: cosa convinta di falso, e dall' esperienza, e dalla ragione dimostrativa.

Niente poi suffraga il dire, che vi vorranno scoli a far tale interrimento sensibile: e che il rimediarvi sarà facile, perchè si farà a poco a poco, perchè concesso anche tutto, non potrà mai rimediarsi, che al solo capo delle inondazioni; non mai all' interrimento degli scoli, che ne susseguirà, alla perdita delle cadute de' canali, de' mulini, al soggettarsi a scolare per mezzo di chiaviche, al pericolo,

che si farà maggiore delle rotte ec. cose, che in caso proprio saprebbero i signori Ferraresi ampiamente descrivere.

Alla risposta della quarta opposizione si replica, che la ghiaia nel caso presente fa li suoi danni limitati a proporzione della caduta, che trovano i fiumi nelle parti inferiori; la quale scemandosi giornalmente, giornalmente anche accrescono i pregiudizj, ma minore caduta s' avrebbe dalla parte di levante, che a settentrione, adunque maggiori si farebbero i danni, per la nuova linea, che per la presente de' fiumi. Diversissimo è poi il caso, perchè li fiumi Reno, Savena ec. lasciata che hanno una volta la ghiaia, non più l' incontrano; onde si formano la cadente proporzionata alla sola torbida, ma nella nuova inalveazione, continuerebbe per lo meno per 7. miglia ad aversi il fondo ghiaioso, e perciò i fiumi antecedenti sarebbero obbligati ad elevare il proprio fondo tanto da superare la cadente di ghiaie formata dall' ultimo de' fiumi che la portasse.

Si paragona poi di nuovo la spesa di mantenere gli argini presenti de' fiumi, con quella di riparare a' danni, che cagionerebbe la ghiaia, della quale si farà nuovo discorso più abbasso.

Alla risposta della quinta obbiezione, si dice; che il nostro parlare iperbolico in dire, essere cosa impossibile il proporzionare coll' arte l' alveo a tanti torrenti, da noi si muterà immediatamente, che ci sarà insegnato un metodo assicurato di farlo. Sin ora non lo crediamo tale, perchè non troviamo cosa che ci soddisfaccia. Che poi l' ingegno umano sia per superare una volta questa difficoltà, non abbiamo motivo di dubitarne; ma se tale invento non si pubblica a' giorni nostri, saremo costretti di operare senza scorta in determinare di tratto in tratto le larghezze all' inalveazione di cui si discorre. De' due metodi insinuati da' signori Ferraresi, già abbiamo detto il nostro sentimento, ed in voce, e in iscritto; onde non istimiamo qui necessario ripeterlo.

Alla risposta della sesta opposizione, abbenchè non fatta da noi, si replica, che di già a tre cose è stato paragonato il mantenimento presente di 300, e più miglia d' arginatura. Prima alla costruzione, e manutenzione di quella, che sarà necessaria a questa nuova linea. Secondo, alla manutenzione della rettitudine dell' alveo. Terzo all' alzamento delle medesime arginature per l' alzamento del fondo dalla protrazione della linea, e quanto al riparo de' danni, che causerebbe la ghiaia è stato asserito particolarmente l' insensibilità della proporzione, che ha la prima con ognuna dell' altre. Considerisi ora la manutenzione degli argini, e si proporzioni alle spese necessarie per tutti gli altri quattro capi insieme, e tornisi a ripetere, se si può, che la spesa della prima è molto maggiore dell' altre. Riflettasi bene, e si vedrà quanto ognuna delle spese, e pregiudizi derivanti da' quattro capi

predetti superi la spesa, a paragone, insensibile del mantenere le arginature presenti.

Alla risposta della settima opposizione non replichiamo, perchè non ci ricordiamo, che ella sia stata proposta da veruno.

SCRITTURA XXVI.

DELLA LINEA AL SAVIO.

Si passò poi ad esaminare tre altri articoli sopra il medesimo progetto.

I. Supposto, che il nuovo alveo corra dentro terra, se avrà bisogno d' argini, e se saranno necessarie chiaviche per lo scolo delle campagne.

II. Come agli scoli che resteranno intersecati, o in qualsivoglia altro modo impediti si possa rimediare.

III. Se vi sarà pericolo di rotte, e se da esse si dee temere danno notabile, ed in qual parte.

Ai quali articoli il Guglielmini così rispose.

CIRCA IL PRIMO.

Il supposto, che il nuovo alveo debba correre dentro terra, si può intendere in più maniere, cioè o in tutto, o in parte. Se si dee supporre, che il fondo dell' inalveazione venga *ex natura rei;* o sia per disposizione di cadente tanto profondato sotto il piano della campagna, che il cavo sia sufficiente a contenere le massime piene de' fiumi rispettivamente uniti, certa cosa è, che in tal caso s' esclude la necessità degli argini, e delle chiaviche per iscolo delle campagne; ma tale felicità non può sperarsi, dove è così mancante la caduta, come s' è mostrato nell' esame del primo punto.

Supponendo poi, che l' inalveazione sia per seguire di tal maniera, che l' acque ordinarie corrano bensì fra terra, ma non già le piene, allora, perchè queste non si portino ad inondare le campagne, saranno necessarj argini di maggiore, o minore altezza, secondochè si troverrà il piano della campagna restare più o meno sollevato sopra il fondo futuro del fiume, e sarà pure di necessità valersi di chiaviche per iscolo delle campagne.

Ma qui si dee avvertire, che per accertarsi della necessità degli argini, e dell' altezza di essi, bisogna prima stabilire a luogo per luogo l' elevazione, che ha da avere sopra il pelo basso del mare il fondo dell' alveo, e con tal certezza, che non s' abbia a temerne, col tratto successivo del tempo, alterazione veruna; e secondo, quale sia

per essere l' altezza massima delle piene sopra il fondo di già stabilito; altrimenti sarà sempre inutile l' intraprendere alcuna livellazione. E per dimostrarlo, suppongasi, che CDA (*fig.* 7. *Tav.* 3.) sia l' andamento della campagna da Bologna al mare, ed AB il pelo basso di questo. Sia nota la caduta da C ad A piedi 81. 9, quella da D piedi 50, quella da E piedi 39. ec. e di più sieno note le distanze da A da' punti H, G, F. Certa cosa è, che le notizie delle cadute particolari de' punti C, D, E, che determinano la situazione de' piani di campagna a nulla serve, se prima non è determinata la situazione della cadente ILM per vedere quanto sotto la superficie della campagna debba profondarsi l' alveo, v. g. IC, DL, ME, e se prima non si sa, se la profondità IC, DL, ME basti a fare spalla sufficiente all' altezza delle massime piene, o pure vi sia necessaria qualche elevazione d' argini sopra li punti C, D, E per supplire al difetto della bassezza della campagna. Comecchè adunque la livellazione non può mostrare altro, che la situazione del piano del terreno in ordine all' altezza, che ha sopra il pelo del mare, e non mai quella della cadente ILMA chiaro apparisce, che la livellazione de' mezzi, nulla serve, che a spendere inutilmente il tempo, ed il danaro, se prima non si determina per altro mezzo la cadente dell' inalveazione, e l' elevazione delle massime piene.

CIRCA IL SECONDO.

Gli scoli delle campagne possono essere impediti in due maniere: Prima, se il fondo dell' inalveazione dovesse restar superiore al piano delle campagne, ed allora non v' è altro rimedio, che quello delle botti sotterranee. Secondo, se le sole piene avessero bisogno d' argini per essere spinte al mare, ed allora sarebbero necessarie le chiaviche, come si pratica nel Po, ed altri fiumi.

Se poi gli scoli, che mantengono la foce al mare fossero per essere impediti, si lascia considerare ai signori Romagnoli, che hanno notizia della loro situazione, e de' quali è unico interesse.

Si rimette bene alla singolar prudenza dell' EE. VV. il riflettere di che dispendio sarebbe la costruzione di tante botti, e di tante chiaviche, e se egli è giusto, che i terreni vicini al monte, che godono il benefizio d' uno scolo naturale, sieno soggetti a scolare artificialmente per via di chiaviche, e di botti.

CIRCA IL TERZO.

Se nella nuova inalveazione non dovesse entrare ghiaia di sorte alcuna, e dovesse esser destinata a portare al mare le sole torbide, si

potrebbe dire, che la vigilanza degli uomini potesse tener lontano ogni pericolo di rotte: ma ne' siti di fondo ghiaioso, come questo di cui si tratta, non v'è arte sicura, che possa impedire le tortuosità, e le corrosioni; queste adunque necessariamente dovranno seguire, e facendosi in siti dove sia bisogno d'argini, ecco il pericolo prossimo, e manifesto essendo accertato dall'esperienza, che il riparo degli argini, è troppo debole ne' fiumi che portano sasso, e ghiaia.

Il danno poi susseguente alle rotte sarebbe tanto grande da non potersi descrivere. S'interrirebbero le campagne per la gran copia di ghiaia, e sabbia che porterebbero; non avrebbero limite, che nel Po di Primaro, inondando tutte le campagne in dirittura sino al detto termine; si profonderebbero alvei per esse; s'interrirebbero gli scoli; si porrebbero in azzardo il Polesine di S. Giorgio, e le valli di Comacchio, le terre del Bolognese inferiore, e della Romagnola, la città di Ravenna, e la terra d'Argenta, la città di Cervia, e le di lei Saline, e tanto maggiore sarebbe il precipizio, quantochè le rotte non sarebbero d'un fiume solo, ma di più uniti, e potrebbero succedere in sito, che i fiumi inferiori rivoltassero il corso proprio all'insù a correre per la rotta con precipizio evidente.

SCRITTURA XXVII.

DELLA LINEA AL SAVIO.

Sottopostisi dopo ciò all'esame tre altri articoli, cioè:

I. Se si possa provvedere adeguatamente a' mulini della Romagnola, e Romagna.

II. Se il Porto del Candiano, e quello di Cervia resteranno danneggiati.

III. Come si possa provvedere al Canale Naviglio di Bologna attraversato a Corticella.

L'autore esibì la seguente risposta.

CIRCA IL PRIMO.

I mulini, che resteranno inutili non solo nella Romagna, e Romagnola, ma anco sul Bolognese, sono o sopra o sotto la linea. Quelli che sono di sotto certa cosa è, che resteranno privi dell'acqua, onde converrà pensare al modo di provvedergli. I signori Ferraresi nella loro ultima scrittura propongono due rimedj; il primo è di fare chiaviche laterali, che medianti le chiuse derivino le acque necessarie dal nuovo fiume, e il secondo è di far passare i canali già derivati sotto la nuova inalveazione per botti sotterranee.

Quanto al rimedio delle chiaviche, e chiuse si avverte potersi ben esso praticare dove la caduta è esorbitante, ma nei fiumi che non hanno nemmeno la sufficiente, non ponno farsi chiuse, perchè il pendio superiore, per lo mezzo scemandosi, dà occasione di elevarsi il fondo del fiume anche sopra le campagne, obbligando i popoli ad elevare gli argini. Senza chiuse poi non si può ottenere di spingere l' acqua alle chiaviche, comecchè avendo corso incerto, e gran latitudine, potrebbe darsi il caso, che il corso voltasse dalla parte opposta alla chiavica, restando l' alluvione dalla parte di questa, che perciò verrebbe interrita, e terrapienata, e concesso anche che corresse sempre dalla parte sinistra, cioè radente la chiavica predetta, non essendo l' acqua trattenuta non entrerebbe nel canale destinato pel mulino, che in poca quantità, insufficientissima al bisogno.

Le botti sotterranee poi o sarebbero concave, o piane. Se piane, adunque il fiume nuovo dovrebbe correre sopra terra, e in tal caso, abbenchè si fosse rimediato ai canali de' mulini, si avrebbe il danno, ed il pregiudizio, che porterebbe seco l' elevazione del fondo. Se poi concave, si sa benissimo, che tali rimedj non si applicano al caso di acque torbide, e ghiarose, perchè ben presto per la gravità della materia che portano, si turano, e rendendosi inutili, sforzano i canali a spandersi sopra le ripe.

I mulini situati nella parte superiore della linea potrebbero restare danneggati quando la linea cadente dell' inalveazione riuscisse superiore al fondo presente de' canali, ogni volta che essi dovessero sboccarvi dentro; ma volendogli far passare per botti, già si è detto dell' insussistenza di quelle, che sono cave, e in tal caso i mulini di sopra si perderebbero del tutto, mancando loro la caduta, e del pericolo che si avrebbe quando potessero riuscire piane.

Si consideri finalmente quale fosse per essere la spesa in fabbricare tante chiaviche, tante chiuse, e tante botti.

CIRCA IL SECONDO.

A noi che siamo privi delle osservazioni necessarie circa gli effetti che fanno i fiumi della Romagna, e i venti nelle spiagge di Ravenna, basterà, senza rispondere formalmente a questo punto, lasciare che i signori Romagnoli informino le EE. VV. su questo particolare. Solo motiviamo, che siccome i signori Ferraresi costantemente asseriscono, che gli interrimenti del Po sono stati la cagione della perdita della Sacca, o porto di Goro, e di quelli d' Ariano, e dell' Abate, così non dovrebbero ora mettere in dubbio, che lo stesso non possa almeno col tempo succedere ai due porti del Candiano, e di Cervia,

e tanto più facilmente, quanto che questi non hanno, come il porto d' Ariano, corrente d' acqua superiore che li mantenga.

CIRCA IL TERZO.

Non crediamo, che in alcuna maniera possa provvedersi al Canale Naviglio di Bologna, intersecato a Corticella, perchè non è possibile farlo passare nè di sopra, come è riconosciuto da' signori Ferraresi, nè di sotto, come speriamo di poter far costare quando da' signori Ferraresi ci sarà insinuato il modo, che pretendono praticare. Si potrebbe bene prendere il Reno, ma la navigazione con Ferrara sarebbe spedita per sempre.

SCRITTURA XXVIII.

DELLA LINEA AL SAVIO.

Intorno agli stessi articoli avendo i Ferraresi esibito il loro sentimento, il Gugielmini replicò come segue.

Circa il primo: si concorre nella distinzione de' mulini sopra, e sotto la linea; e rispetto a quelli non si può determinare se fossero per sussistere o nò, se prima non resta stabilito quale sia per essere la cadente della nuova inalveazione, mezzo necessarissimo per accertarsi se sia per mantenersi la caduta che godono in oggi i mulini al di sopra della linea, tra' quali non si lascia di riflettere annoverarsi tutti quelli che servono alla città di Bologna.

Le livellazioni, e ricognizioni de' siti non insegnano che di adattare i rimedj al luogo ec. ma fra i precogniti necessarj il massimo di tutti si è la notizia della cadente futura del fiume, senza la quale tutto il resto non serve a cosa alcuna, come che essa sarà quella che indicherà la caduta che sia per restare a' mulini, sì superiori, che inferiori, la profondità de' fondamenti, e delle soglie delle chiaviche, e l' altezza di queste, e delle chiuse necessarie per l' inferiori, siccome la possibilità di costruirle, e gli effetti che ne seguiranno, notizie tutte necessarie, che non si ponno avere senza lo stabilmento del fondo.

Non si negano gli esempi de' fiumi allegati, da' quali si cavano acque per mulini, e poi si ritornano negli alvei de' medesimi fiumi; ma qui pure si rifletta ciò che i primi inventori di essi avessero potuto fare di buono, se non avessero saputa la caduta del fondo del fiume dal sito dell' ingresso a quello del regresso; dal primo alla soglia de' mulini, da questa il sito della restituzione? Certo non avrebbero

saputo quanto di elevazione fosse stata necessaria per le chiuse, se l' altezza di queste fosse stata per partorire effetti funesti alle parti superiori, ec. Nè si deduca da ciò la necessità della livellazione, perchè questa non si nega necessaria al compimento dell' opera, bensì inutile e dispendiosa ogni volta che non sia preceduta da altre necessarissime cognizioni.

Circa la perennità dell' acqua, sanno bene i signori Ferraresi che que' fiumi che essi trattano d' introdurre in questa nuova linea sono temporanei, che solo s' ingrossano per le piogge, e disfacimento di nevi, e perciò il discorrere di navigazione di mulini all' usanza di Po da farsi nella nuova linea è tempo gettato. E tanto più, quando secondo il loro sentimento, quelle poche acque vive che portano fuori delle piene, dovessero incamminarsi per botti, e chiaviche alla sinistra dell' alveo verso il Po di Primaro a fare per esso una mediocre navigazione in benefizio de' signori Ferraresi, lasciando solo il danno alle provincie di Romagna, e Bologna. Come opererebbero i mulini senz' acqua, e come si navigherebbe senz' acqua, e con l' impedimento di tante chiuse?

Quando poi si dedurranno i benefizi che risulteranno da questa nuova inalveazione proposta, bisognerà detrarre dalla somma di essi tutti i danni che saranno mantenuti da tanti canali di mulini che si vogliono mandare a settentrione, e da tanti scoli che si pensa far passare sotto l' alveo nuovo per botti sotterranee.

Circa il secondo: trattandosi de' Porti della Romagna si pretermette di discorrerne come di cosa non attinente agl' interessi de' Bolognesi, che perciò non presumono di averne le dovute notizie.

Circa il terzo: i ponti canali sono rimedj adattati quando si tratta di piccoli corpi d' acqua, ma voler far correre un Reno, che secondo il calcolo de' signori Ferraresi è la quinta parte dell' acqua del Po grande, per un ponte canale, porta seco gran dubbio. Desidererebbesi bene di sapere come da' signori Ferraresi si risponderebbe ora alle difficultà altre volte da essi portate contra una piccola botte sotterranea per acque chiare, ec. e particolarmente circa il rimedio che si praticherebbe in caso che tale ponte canale si rompesse? Il dire che la sola spesa s' accresce ne' ponti canali più grandi non concorda colla verità. Così si potrebbe dire esser possibile fabbricare una torre di che altezza si voglia col solo moltiplico della spesa.

La necessità del Traghetto all' intersecazione del Naviglio di Bologna sarebbe d' altra natura di quella che sia a Malalbergo, perchè ivi è di pochi piedi, e qui sarebbe di moltissime pertiche con due salite ed altrettante scese, che porterebbero tale dispendio da fare che i mercanti piuttosto mandassero le mercanzie per retta strada da Bologna a Corticella, senza valersi del comodo del canale. Entra poi il

torrente Avesa nel Canale Naviglio, che porta acque sì sregolate, ed impetuose, che pochi mesi sono in una piena buttò a terra ai padri Zocoolanti dell' Annunziata un buon tratto di fortissimo muro: disastro che potrebbe accadere anche alla botte che qui si pretende di fare.

Non si intende poi in qual maniera potesse un sostegno mantenere la navigazione interrotta da un Reno senz' acqua, ec.

SCRITTURA XXIX.

DELLA LINEA AL SAVIO.

Succedettero alla disamina due altri articoli sempre intorno alla detta linea, cioè,

I. Se i benefizi del nuovo taglio saranno egualmente comuni a tutte tre le provincie,

II. Supposto che basti per l' introduzione di tutte l' acque in un alveo di 20. pertiche, quale spesa porterà con se.

Ai quali rispose per parte dei Bolognesi l' autore col seguente scritto.

Circa il primo brameremmo piuttosto discorrere se gli effetti del nuovo alveo sieno comuni a tutte e tre le provincie, che ristrignere la considerazione ai benefizi, che da tale inalveazione proposta non sappiamo riconoscere, quindi ci è necessario fingere casi impossibili per soddisfare in qualche maniera alle autorevoli richieste delle Eminenze Vostre.

Adunque l' inalveazione proposta da' signori Ferraresi avrebbe sussistenza, o no?

E posto che avesse sussistenza, o l' avrebbe per mera disposizione di natura, oppure con l' aiuto dell' altre.

Nel primo caso che l' inalveazione non avesse sussitenza, eguale sarebbe il danno di tutte e tre le provincie, per avere speso inutilmente il danaro; ma assai disuguale sarebbe se o per elevazione di fondo, o per rotture irreparabili di argini dovessero i fiumi mutare alveo, e di nuovo rivoltare il corso a settentrione come per parte nostra si tiene per indubitato.

In niuna parte più si manifesterebbe l' elevazione del fondo che sul Bolognese, come più lontano dal mare, e bisognoso di maggiore caduta per ispingere verso levante le acque de' propri fiumi, i quali sempre risentirebbero e il ristagno di tutti gl' inferiori, e qualunque altra alterazione che nell' alveo comune potesse farsi per l' introdusione de' medesimi.

Facilissime però sarebbero le rotte nel nostro territorio, e queste succedendo tra il corso presente di Reno, e Savena non si ha da dubitare, che non cadessero nelle valli del Poggio, e Malalbergo, che essendo come ben sanno l' EE. VV. chiuse all' intorno dagl' interrimenti di Reno, e Savena, non potrebbero dar esito all' acque, che scarsamente, e si farebbero inondazioni così deplorabili, che senza alcuna iperbole si vedrebbe desolata la metà del territorio di Bologna. Allora i signori Ferraresi vedrebbero il Reno nelle valli del Poggio, come tanto per lo passato hanno desiderato, e forse anche ora desiderano, e tal danno sarebbe de' soli Bolognesi, restandone esenti i signori Ferraresi, difesi dagl' interrimenti accennati di Reno, non potendo essi, nè i signori Romagnoli ricevere danno veruno maggiore de' presenti.

Se poi la rotta entrasse nel Canale Naviglio, ecco precipitati tutti i sostegni, tutti i mulini, ed altri edifizi, e fabbriche, desolati gli argini dello stesso, e ridotta la navigazione ad uno stato da non potersi quasi mai più riparare.

Lo stesso rispetto alle inondazioni succederebbe fra il Canal Naviglio, e Savena.

Fra Savena, e l' Idice l' acqua anderebbe a cadere dalla parte delle valli di Diolo, che per essere anguste, e chiuse dagl' interrimenti antichi di Savena, e Idice, e da i moderni della Zena, non potrebbero dar loro nè ricetto, nè esito, con esterminio di quella parte del territorio, e questo danno pure sarebbe de' soli Bolognesi.

Nelle altre parti sarebbero sempre maggiori i danni, che i presenti, ma comincerebbero a compartirsi rispetto alle valli di Marmorta, che spettano a tutte e tre le provincie, e nelle altre più basse il pregiudizio maggiore sarebbe della Romagnola, e del Ravegnano, che del Ferrarese, che la poca parte del proprio territorio a destra del Po di Primaro già l' ha consecrata alla salvezza del rimanente.

Apparisce da ciò che tutto il danno cagionato dall' insussistenza di quest' opera si compartirebbe a' Bolognesi, e Romagnoli, non già a' Ferraresi che non avrebbero altro danno, che della perdita della porzione della spesa che loro toccasse.

Data poi la sussistenza dell' inalveazione, e seguita che fosse, ma con l' aiuto dell' arte, non si dubita già che la costruzione de' lavori non dovesse toccare a tutte e tre le provincie, ma la manutenzione forse resterebbe a carico delle sole due di Romagna, e Bologna, e costerebbe moltissimo danaro, e continua applicazione, quando anche l' opera fosse loro consegnata non solo compita, ma in istato di inalterabile, e tale da non temere vicina nuova necessità, o di fare arginature nuove, o di rialzare le fatte per soverchia bassezza, o di

mutare il sito, la forma, la grandezza delle chiaviche, chiuse, botti, ponti, canali, intestature, ec. che non fossero riuscite sul principio della dovuta perfezione, e le medesime provincie bisognerebbe stessero soggette a tutti i danni, e pericoli altre volte motivati, non potendo mai i signori Ferraresi ottener altro che di ritornare allo stato presente.

Sul supposto finalmente che l' inalveazione sussiste per solo benefizio di natura, che fosse perpetua, inalterabile, ed innocente, bisogna considerare quanti vantaggi sieno per risultarne.

Certa cosa è, che se questi fiumi si pensano regolare nella forma sinora discorsa ne' congressi antecedenti, non si pensa di portare per l' alveo al mare, che le piene de' fiumi, mentre le acque ordinarie si progetta di derivarle per via di chiaviche, e di mandarle a benefizio de' mulini per gli alvei dove ora scorrono i fiumi, cioè a dire nelle valli. Correranno adunque in queste le acque de' fiumi, nè più nè meno di quello, che farebbero se mai loro non venissero piene, e faranno quegli effetti istessi che in oggi fanno nell' estate assai asciutte, anzi molto maggiori, perchè dovranno le medesime valli restare soggette a ricevere l' acque piovane di tutti gli scoli come pur ora sono. S' informino l' EE. VV. in che stato sieno le valli, anche nell' estati più asciutte, e poi sarà loro facile l' inferire se si possa sperare che sieno per bonificarsi tutte le valli, come di già da' signori Ferraresi si danno per intieramente bonificate, fatta che sia la da loro proposta inalveazione. Veggasi in questo proposito il discorso del Castelli *sopra la bonificazione del Bolognese, Ferrarese, e Romagnola*.

Nè giova dire che i canali de' mulini s' introdurranno inalveati, ed arginati in Primaro senza lasciarli spandere per le valli, ed il simile si farà degli scoli delle acque chiare, perchè oltre che anche ciò dovrà computarsi nella spesa, riuscirebbe inutile, anzi perniciosissimo il farlo, essendo cosa certa, che correndo tutti i predetti canali torbidi, ed essendo tutti insieme molto minor corpo d' acqua, di quello fossero per esser le piene de' fiumi che mettono la foce, o mediata, o immediatamente in Primaro, ricerchieranno maggior caduta per portarsi al mare, e per conseguenza eleveranno il di lui fondo molto più di quello fossero per fare i fiumi predetti, da che ne nascerà che gli scoli dell' acque piovane non ci troveranno la caduta, e faranno valli anche molto più ampie di quello sieno le presenti, con questa differenza che ora in acqua bassa di Po finalmente le valli scaricano, ma allora non vi troverebbero esito di sorte alcuna.

Similmente non suffraga l' altro rimedio motivato di aggiugnere acque chiare al Po di Primaro, perchè queste non ponno essere che quelle del canalino di Cento, o di Panaro nelle sue bassezze, le une e l' altre, anche unite, di corpo insensibile, e non proporzionate al bisogno, perchè non è la chiarezza dell' acqua la causa dell' escavazione,

bensì il gran corpo, o la caduta soverchia, e di tale verità ne ponno ben essere maestre le chiaviche Paoline, e Borghese.

Ecco adunque provato che seguita che fosse l' inalveazione proposta, molti sarebbero, e certissimi i pregiudizi, niuno il vantaggio delle promesse bonificazioni, le quali abbenchè avessero qualche apparenza sul principio nondimeno col corso del tempo si convertirebbero in profondissime valli.

Se gli avvantaggi si avessero a regolare come fanno i signori Ferraresi dallo stato immediato all' introduzione de' fiumi nell' alveo nuovo, non negheremmo che non fosse per iscoprirsi, ed essiccarsi qualche corpo di valle, che gli scoli non avessero esito più felice che al presente, ec. ma bisogna guardare un poco più da lontano per giudicar rettamente di questa bonificazione.

Circa il secondo: per calcolare la spesa della proposta diversione ne' termini di questo articolo bisogna considerare la lunghezza, che da' signori Ferraresi si dà di miglia 47 $\frac{1}{2}$ da Reno allo sbocco del Savio, ed a questa si debbono aggiugnere altre 8. miglia per la linea che dee servire alla Samoggia, e al Lavino, che in tutto sono miglia 55 $\frac{1}{2}$, cioè pertiche 27750, o sia piedi 277500. La profondità non può esser minore di piedi 10, abbenchè i signori Ferraresi pel Reno solo vogliano che sia piedi 14. La larghezza data è di pertiche 20. cioè piedi 200. Moltiplicati adunque l' uno per l' altro questi tre numeri di piedi, ne vengono nel prodotto piedi cubi da escavare 55500000, che divisi per 100. fanno pertiche cube 555000. La pertica cuba contiene 8. passetti, ed il prezzo di ciascun passetto di terra poniamo sia 4. paoli; talchè ogni pertica valerà paoli 32; e il prezzo di tutte le predette pertiche cube sarà un milione, e settecento settantasei mila scudi Romani.

La terra scavata o dovrà regolarsi in argine, o buttarsi sulle ripe sregolatamente. In tutte le maniere bisognerà occupare maggior terreno, di quello importi il cavo. Supponiamo che il terreno da occuparsi tra il cavo, ed altro non sia più di pertiche 30. Saranno dunque nella predetta lunghezza tornature di terreno occupato 5789, che a scudi 80. la tornatura importano scudi 458320, e la spesa in terreni, ed escavazione in tutto 2234320.

Tale spesa si renderà maggiore per li seguenti capi.

Prima, perchè la larghezza è per lo meno la sola necessità del bisogno.

Secondo, non vi sono computate le scarpe necessarie per le ripe.

Terzo, non sono considerate le fabbriche che resteranno nel sito dell' alveo.

Quarto, in oltre vi sarà bisogno di altrettante forti intestature quanti sono i fiumi che s' introdurranno.

Quinto, bisognerà addolcire l' ingresso a tutti i fiumi che vi entreranno, e preparare i canali per lo riterno dell' acque ai canali de' mulini.

Sesto, saranno necessarie diverse chiaviche da estrarre l' acqua per i canali de' mulini, che sono; primo, il canale di Pescarola; secondo, il canaletto di Savena detto la Dozza; terzo, il canale dell' Idice; quarto, il canale del Silaro; quinto, quello del Santerno; sesto, quello del Senio; settimo, quello del Lamone; ottavo quello del Montone; nono, quello del Ronco; decimo, quello del Savio; e questi con tutte le altre fabbriche, e chiuse necessarie.

Settimo, bisognerà calcolare la spesa del ponte canale per la navigazione da Bologna a Ferrara, e del Ponte di pietra sopra Reno, e per unire la strada di terra, oppure quella de' due sostegni, ec.

Ottavo, tutti gli altri ponti per le strade delle Lame, della Mascarella, di S. Donato, di S. Vitale per lo meno sul contado di Bologna che saranno indicate da' signori Romagnoli.

Nono, tutte le botti necessarie per gli scoli superiori alle inalveazioni che non sono poche di numero, e di lunghezza considerabile.

Decimo, tutte le chiaviche per li terreni che potessero scolare nell' alveo.

E finalmente moltissime altre spese che non ci sovvengono, e forse non potranno essere suggerite che dall' operazione medesima, oltre quelle necessarie in istrumenti da scavare, e condur terra, in soprintendenti, ed altri ministri come computisti, depositarj, e pagatori, e quantità d' altri ufiziali di simil sorta, per li quali si sogliono cavare somme ben grosse.

Onde si giudica che in questa inalveazione quando potesse farsi, e si avessero regole per accertare la spesa, ascenderebbe questa, per dire pochissimo, a sopra quattro milioni di scudi.

SCRITTURA XXX.

DELLA LINEA AL SAVIO.

Avendo i Ferraresi preteso in un loro scritto dato sopra i medesimi due articoli, che i benefizi di questa diversione di Reno al Savio fossero egualmente grandi che certi, replicò il Guglielmini con questa scrittura.

Elegantissima al pari che distintissima è la descrizione che fanno i signori Ferraresi de' benefizi che pretendono siene per provenire dalla loro proposta a tutte e tre le provincie, e certo non si avrebbe

che maggiormente desiderare, vedendosi delineata una deliziosissima ..... in que' luoghi medesimi, che ora sono il rifiuto della natura, e l'ultima cloaca, dove vanno a scaricarsi le acque tutte del Bolognese, e Romagnuola se all' alleanza, e vivezza con la quale si esprimono fosse aggiunto altrettanto di verità, e sicurezza di esso.

Crediamo però che le nude asserzioni, le quali si leggono nel foglio comunicatoci, sieno fondate sopra diversi supposti, che meritavano di essere stabiliti nella sua evidenza prima di fondarvi sopra una macchina di così vaste speranze; quindi niuna maraviglia sarà, se al mancare de' supposti caderanno altresì le conseguenze di essi, e svaniranno in un fumo tutte le enfatiche apparenze, che non hanno altra sussistenza, che sulle lusinghe, che fa ad un animo poco avveduto qualche retterico artificio.

Il primo supposto si è, che la linea proposta abbia la promessa sussistenza, e questo come si prova? Sin ora certo non è stato addotto verun motivo, nemmeno apparente, che vaglia a dare una probabile speranza di mediocre riuscita; ogni cosa sin ora si è rimessa alle livellazioni; alle osservazioni da farsi non si è costituita veruna regola, nè per proporzionare l'alveo, nè per riconoscere la necessità, o inutilità delle arginature, nè per determinare la sufficienza della caduta calcolata, e da tali premesse cotanto incerte potranno dedursi asserzioni così franche?

Il secondo supposto è, che li fondi delle valli sieno tanto alti da potere scolare al mare, perchè altrimenti.. Se tale declivio non vi fosse, non si potrebbe sperare bonificazione veruna, che non si dà in fondi per sua natura non essiccabili, tanto più che le valli presenti necessariamente devono ricevere scolatizie di campagne immense, ec. Questo asserto come vien provato? Forse col negare che hanno fatto li signori Ferraresi, che la bonificazione possa seguire reale colla diversione di Reno in Po grande, e col regolamento degli altri fiumi nell'alveo di Primaro? Eppure il nostro, e loro asserto, è fondato sull' istesso principio. Or qui si forma un dilemma. O li fondi delle valli presenti sono così alti, che ponno riuscire capaci di scolo, o nò; se sì, adunque è possibile, anzi facile avere l' intiera generale bonificazione per altri mezzi senza mutare faccia alle cose, ed impegnarsi in ispese stravaganti. Se nò, adunque non ostante qualsisia diversione di fiumi, ed in qualsisia luogo la bonificazione generale non si otterrà, e perciò cominciano a mancare in gran parte li benefizi esagerati..

Il terzo supposto è che data la caduta sufficiente al mare, si abbiano mezzi idonei per farne godere l'effetto alli terreni che si vogliono bonificare; ma sinora non si sa come si pretenda incamminare gli scoli di così gran tratto di paese al mare, se per l'alveo del Po

di Primaro, o per altro da farsi, se unite alle acque torbide de' danali de' mulini, oppure separati; considerazioni che in una maniera, o in un'altra alterano, o tolgono la promessa bonificazione. Non basta divertire le acque da' luoghi bassi per bonificarli, bisogna di più provvedere allo scolo, ed assicurarsi della perpetuità del medesimo, se non si vuole azzardare, e la spesa, e la riputazione.

Veggasi adunque quanto incerti sono i supposti a' quali hanno relazione le promesse de' signori Ferraresi, e quanto per altro sono certi i danni che dalla loro proposta derivano a tutte e tre le Provincie.

Sul fondamento di ciò che sin ora si è detto rendesi assai facile il rispondere alla loro scrittura. Primieramente i danni che ora si patiscono dalle rotte de' fiumi sono particolari, e solo si fanno sensibili a chi sta di sotto la rotta medesima, ma succedendo rotte nel nuovo alveo il danno si renderebbe universale, come che quasi tutto il territorio sarebbe al di sotto della rotta. Nello stato presente succedendo una rotta ad un fiume non uscirebbe dall' alveo che l' acqua di quello, ma effettuandosi il pensiero de' signori Ferraresi andrebbero ad inondare le campagne più fiumi uniti. Non crediamo però gran vantaggio rendere universale il danno particolare, e moltiplicare tanto di più le acque alle rotte.

Bisogna poi mettere in conto di debito i danni, e le spese necessarie per la fabbrica, e manutenzione degl' alvei, ed argini necessari, ed altri edifizi, e poi si vedrà se saranno così grandi le ricchezze come qui si dipingono. Anche gli Alchimisti quando pensano di poter arrivare a far l' oro si vedono nella propria idea i più ricchi uomini del mondo, ec.

La spesa di più, e più milioni qui si chiama un insensibile aggravio, ed in altri casi la spesa di pochi soldi, come quella di slezzare le chiaviche del Po grande si metteva in conto di un aggravio intollerabile.

La direzione poi della natura, è di unire i torrenti ai fiumi reali, di seguitare i siti di maggior caduta, e non di unire diversi torrenti, e sostenerli paralelli alle radici de' monti sull' equivoco di mandargli al mare per linea retta. Che poscia la nuova inalveazione sia per camminare fra terra sta a carico de' signori Ferraresi il provarlo.

Per altro sfuggono essi di calcolare la spesa dell' alveo proposto, e figurato in questo punto, perchè dubitano che l' immensità di essa non levi alla loro proposta una delle più necessarie, e plausibili condizioni, e renda superfluo il fare la tanto da loro desiderata livellazione. È però certo che la spesa è grandissima, e non paragonabile all' utile che se ne fosse per ricavare, ec.

SCRITTURA XXXI.

DELLA LINEA AL SAVIO.

La presente scrittura benchè non fosse esibita dall' autore ne' con gressi tenuti sopra la proposizione de' Ferraresi di condurre il Ren allo sbocco del Savio, ma solo privatamente comunicata ai due Cardi nali, nulladimeno si è quì aggiunta, e perchè spetta all' articolo e saminato in tale occasione, cioè: Se sia cosa possibile proporzionar con l' arte un alveo a diversi fiumi uniti, *e perchè contiene profond dottrina intorno agli alvei de' fiumi, coerente a quella, che l' autor medesimo espose dappoi nel suo trattato della natura de' fiumi quat tro anni dopo.*

Le acque portate dai fiumi, o sono chiare, o torbide, e gli alve di essi, o sono composti di parti amovibili, o nò. Quindi nascon quattro casi possibili.

Primo, che un fiume porti acque chiare, e scorra per alveo resi stente alle corrosioni.

Secondo, che porti acque chiare di sua natura, ma scorra per al veo di parti amovibili.

Terzo, che porti acque torbide, che scorrano per alveo resistente

Quarto, che porti acque torbide per alveo di parti amovibili.

Nel primo caso, qualunque alveo gli sia preparato, se sarà capac di portare le massime piene, non potrà essere alterato, che per cau se accidentali, e fuori di regola, come a dire dalle concrezioni tar tarose, che fanno le acque, anche a giudizio del senso chiarissime nelle parti laterali de' proprj alvei, come accade negli acquedott delle fontane, particolarmente se le acque partecipano del minerale e si dice succedere nella Nera in vicinanza di Terni,

Nel secondo caso bisogna distinguere: o il fiume avrà la cadent stabilita, o no. Se il primo, manterrà il proprio fondo senza elevar lo, od escavarlo per cause accidentali, v. g. se la disposizione dell ripe, o di qualche ostacolo frapposto rivoltasse la corrente in mo vorticosi, si cagionerebbero gorghi, e la terra scavata sarà portat in sito, dove l' acqua abbia così tardo il moto da permettere la de posizione, e da non sollevarla più; tali alterazioni però sono insen sibili, e non se ne fa caso: se poi non sarà stabilita la cadente, ci sarà, o perchè l' inclinazione di essa sia tanta, che l' aderenza ch hanno le parti del fondo fra le medesime, sia tale che non possa re sistere alla velocità dell' acqua, e perciò sia obbligata a patire di vulsione d' una parte dall' altra; ed in tal caso valendo più la veloci tà dell' acqua per rodere il fondo, che questo per resistere, succederà

che l' alveo continuamente s' escaverà sin tanto, che l' inclinazione della cadente si sia resa così dolce, che tanto possa la velocità, e sforzo d' acqua per corrodere, quanto l' aderenza delle parti del fondo per resistere; ed allora il fondo sarà come se fosse composto di parti non più amovibili; essendo che l' amovibilità, o non amovibilità delle parti si determina in paragone della forza tentante di amoverle.

In secondo luogo può la cadente non essere stabilita, perchè la inclinazione dell' alveo sia molto meno di quello che occorre per resistere alla velocità dell' acqua; ed in tal caso è chiaro, che essendo anche maggiore l' adesione delle parti del fondo per resistere alla velocità dell' acqua, questa non opererà, ma lascerà il fondo nello stato, nel quale lo troverà, senza escavarlo per mancanza di forza, e senza interrirlo per mancanza di materie, la quale però essendo somministrata, o dalla generazione de' gorghi, o dalla corrosione delle ripe, o da impurità di materia mischiatavi per accidente, si alzerà qualche poco di fondo nei siti dove sarà più facile la deposizione.

Nel terzo caso. Se il fiume correrà torbido per un alveo resistente; bisogna distinguere, perchè o la velocità dell' acqua è tanta da non lasciare deporre la torbida, ed in tal caso viene ad essere equiparata l' acqua torbida alla chiara; ma perchè il fiume non ha in tutti i luoghi eguale la velocità, che regolarmente è maggiore nel mezzo dell' alveo, che vicino alle sponde, rallentandosi sempre quanto più dal mezzo si scosta, quando si troverà l' acqua così indebolita di velocità, che non potrà più sostenere incorporata la torbida, bisognerà che la deponga, e sempre più presto la deporrà, quanto minore sarà la velocità, che rendendosi sempre minore, quanto più s' accosta alle ripe, è cagione che le deposizioni laterali si fanno a scarpa pendente verso il mezzo, come si osserva nelle ghiare, ed alluvioni, che si fanno nel fondo de' fiumi; non potendo queste mai farsi orizzontali, che in acqua stagnante, e sempre egualmente torbida; oppure in siti, dove eguale sia la torbida, ed eguale il grado di velocità, ma non sufficiente.

Se poi la velocità del fiume non sia tanta, nè anche nel mezzo da sostenere incorporata all' acqua la materia, o arenosa, o limosa la deporrà per tutto l' alveo, inegualmente però a proporzione della velocità, che possederà in ciascuna delle parti del proprio alveo, ed allora crescerà la condizione d' avere il fondo, e le sponde resistenti; e perciò caderà sotto le considerazioni precedenti.

Nel quarto caso. Se il fiume correrà torbido in alveo di parti amovibili, che è caso non solo il più frequente, ma poco meno che universale, anche in questo bisogna distinguere; perciocchè

O il fiume avrà tale inclinazione di fondo, che l' aderenza delle

parti di questo non possa resistere allo sforzo, che fa la velocità dell' acqua per superarla; ed in tal caso sia questa, o torbida, o chiara, il fondo si escaverà, come si è detto nel secondo caso, sino a rendersi così addolcita la cadente, che la velocità dell' acqua non possa più svellere le parti, delle quali è costituito il fondo, e tale inclinazione per questo mezzo acquistata sarà la cadente stabilita dalla natura, sopra la quale non si farà alzamento, e sotto la quale non si farà abbassamento veruno.

Oppure l' inclinazione del fondo sarà anche minore di quello, che bisogna per resistere alla divulsione delle proprie parti, tentata dalla velocità dell' acqua, ed allora tanto più resisterà il fondo alla escavazione, e potrebbe questo essere qualche poco più pendente per resistere alla medesima; ogni volta adunque, che o nel cessare delle piene, o nella mediocrità di queste si faranno deposizioni nel fondo dell' alveo, sopravvenendo le piene maggiori, non potranno levare la materia antecedentemente deposta, se ella non sarà superiore a quella cadente, che è la prima a resistere alla forza dell' acqua, quella, cioè che di sopra si è detta essere determinata dalla natura; e questa perciò viene ad essere ne' siti di poca pendenza piuttosto un effetto della velocità con la quale si equilibra, che causa della medesima, come volgarmente si crede, dipendendo essa in grandissima parte dall' altezza dell' acqua, che l' accresce, e sminuisce a proporzione.

Quindi è (per venire al punto) che per determinare la quantità dell' inclinazione di queste cadenti, bisogna considerare la condizione della materia, della quale viene ad essere costituito il fondo dell' alveo, cioè se ghiaia grossa, che più resiste al moto, se ghiaiella, se sabbia grossa, se sabbia minuta, se limo, ec. che gradatamente meno, e meno resistono, e perciò con maggiore inclinazione di fondo resiste all' escavazione la ghiaia grossa, con minore la ghiaiella, e con molto minore la sabbia grossa ec. quindi nello stesso fiume vengono formate diverse cadenti, secondo la diversa resistenza della materia del fondo, tale resistenza è composta di tre cose, prima, di gravità di materia; secondo, di aderenza; e terzo, di inclinazione di piano, essendo certissimo rispetto alla prima, che più facilmente sono portate, o spinte dall' acqua le materie più leggieri, che le più gravi; e perciò in caduta di otto piedi per miglio, può ben resistere la ghiaia grossa ad essere distaccata dal fondo, ma non la ghiaiella, nè la sabbia, rispetto alla seconda, meno resistono le materie sciolte, come la sabbia, che le unite, come la creta, o il tivarro; e rispetto all' ultima più resiste ad essere mossa una materia situata sopra un piano orizzontale, o poco inclinato, che sopra di uno di considerabile inclinazione.

Inoltre si deve paragonare la predetta resistenza alla velocità dell' acqua, perchè questa in grado maggiore svelle nella stessa inclinazione di fondo materie più grosse, che non potrà muovere un puntino; se sarà costituita in grado minore, e perciò è necessario stabilire i principj della velocità de' fiumi, i gradi con li quali essa cresce, e supponendo per ora che essa dipenda dalla sola altezza dell' acqua è duopo per determinarne la cadente, sapere che altezza avrà l' acqua nelle massime piene, e che grado di velocità può imprimere a se medesima nel fondo dell' alveo, il quale se potrà superare la resistenza del fondo lo scaverà ec.

Questo paragone poi di forza, e di resistenza è difficilissimo, e sin' ora non si sa che alcuno l' abbia neppure tentato, non che fatto, a darne regole.

Bisognerebbe prima determinare v. g. 20. piedi d' altezza viva di acqua hanno tanto di forza, che si equilibra con la resistenza, che li fa la sabbia d' una grossezza certa, quando ella sarà disposta in un piano cadente, per esempio, once 4. per miglio; così della sabbia più minuta, del limo, e delle ghiaie di tutte le grandezze, e così anche di tutte le altezze vive dell' acque, e questo modo non si può ottenere, che da esperienze, moltiplicate, e replicate, difficilissime da ridursi a metodo per la irregolarità propria, e connaturale degli alvei dei fiumi, oppure trovare una regola generale *a priori*, che insegnasse di calcolare, o l' egualità, o gli eccessi di queste forze, e resistenze, e bisognerebbe fosse fondata prima sulla proporzione, colla quale crescono le resistenze allo sminuirsi dell' inclinazione, sì nelle materie sciolte, come nelle aderenti, ed in ogni grado di gravità, di mole, e di figura: secondo, nella proporzione delle forze che fa l' acqua in diverse altezze, contro il fondo dell' alveo, computando la resistenza di esso, e l' inclinazione che avesse, e questo è un legame, ed incontro di proporzioni difficilissime anche nella geometria più astratta: terzo, nella unione, e comparazione della potenza, che è un moto, e della resistenza, che è una quiete ad una terza cosa, che potesse servire di misura comune a tutte due.

Quando tutto ciò si sapesse, non si sarebbe poi ne anche arrivati al fondo di questa notizia, posciachè, con tuttochè si abbia regola certa da calcolare l' altezza che fa il fiume aggiunto ad un altro, il calcolo però si concepisce, come se le sponde fossero di materia dura, ed il fiume non capace di dilatazione veruna, e pure all' accrescersi le acque, sempre s' allargano gli alvei, e le altezze si rendono minori delle calcolate; onde si fa anche necessario all' effetto che si cerca sapere con qual proporzione s' allargano gli alvei per l' introduzione di nuove acque, e ciò non si può determinare in alcuna maniera, che supponendo le sponde de' fiumi formate di materia

sempre a se stessa omogenea; condizione che non si può avere nel terreno, del quale siamo obbligati a valerci, essendo certo, che più s'allarga lo stesso fiume quando corre fra sponde arenose, che fra sassose; più se trova il fondo resistente, che facile ad escavarsi; più in grande altezza d'acqua, che minore ec.

Da tutto ciò si può comprendere quale, e quanta sia la difficoltà d'una inalveazione nella quale debbono entrare più torrenti, differenti fra di se nel corpo d'acqua, nella situazione del fondo, nella materia che portano, e per un terreno di natura tanto diversa, tralasciando poi di dire, che si ha un'acqua perenne, che la mantenga, e che si altererebbe considerabilmente ad ogni piena, secondo che gonfiassero i fiumi inferiori, o superiori, in maniera che se mai in nessun caso si può concludere in questo, che *valde difficilia impossibilia iudicantur*.

SCRITTURA XXXII.

Terminato l'esame del progetto di condurre il Reno allo sbocco del Savio, esibì il Guglielmini la seguente scrittura preliminare nella quale brevemente si accennano le difficultà principali contro gli altri tre progetti, che rimanevano da considerare.

Hanno veduto l'EE. VV. tutto ciò, che concerne le due proposte de' signori Ferraresi, e nostra, le quali con giusta ragione possono dirsi gli ultimi limiti di tutte quelle, che possono cadere nella mente degli uomini, e tra le quali tutte le arti possibili si racchiudono.

Nel numero di queste sono la seconda di monsignor Corsini, per la quale s'introduce il Reno nel Po di Volano alla punta di S. Giorgio, e di quì al mare per l'andamento dell'alveo antico di questo ramo di Po.

Secondo: È stato da alcuni pensato d'introdurre con regola, ed arginature tutti li torrenti del Bolognese, e Romagnola nell'alveo del Po di Primaro, allargandolo a sufficienza, dove ne fosse conosciuto il bisogno, mandando parimente a sboccare nell'alveo predetto per lo mezzo delle chiaviche tutti gli scoli intermedj.

Terzo, anticamente fu proposto di bonificare tutte le valli a destra di Primaro col mezzo de' fiumi torbidi, lasciando che per mezzo di esse si fabbricassero i medesimi gli alvei proporzionati, e così s'incamminassero a poco a poco tutti uniti verso il mare a sboccare nella Sacca di Testa d'Asino.

Circa la prima proposta. Osta la poca caduta, che si ha dalla punta di S. Giorgio sino al mare di soli piedi 10. 3. 3. per quanto consta dalle misure prese nella visita dell'EE. VV. alla quale caduta

aggiungendo p. 8. per li motivi altre volte da noi addotti, ascende questa alla somma di p. 18. 3. 3, che divisa in miglia 45, lunghezza dell' alveo di Volano, dà di caduta per miglio piedi o. 4 $\frac{13}{35}$ insufficientissima al bisogno.

Alzerebbesi perciò il fondo di Reno sino a farsela, e perciò altrettanto sarebbe l' interrimento quanto si dimostra essere il difalto della medesima, e perciò si sarebbe obbligato a mantenere detto fiume fra arginature altissime, difficili anzi impossibili a mantenersi; e seguendo una rotta riescirebbe impossibile il ripigliarla, perchè non si potrebbe più rimettere l' acqua a correre per un sito più elevato.

Alla seconda proposta: osta parimente il difetto della caduta, che però non sarebbe necessaria tanto grande quanto pel Volano, a cagione che per quello dovrebbero unirsi molti fiumi assieme, e per questo dovrebbe scorrere il solo Reno. Il determinare poi quale sia la caduta, che richiedono i fiumi uniti, porta seco le medesime difficoltà, che di già si sono dette rispetto allo stabilire la cadente all' inalveazione superiore, abbenchè in questo caso non sia tanto difficile, potendo aversi qualche esempio dal fatto.

Secondo. Seguirebbe l' intersecazione di tutti gli scoli del Bolognese, li quali ora impediti fanno vedere i propri effetti inondando le campagne fruttifere, e introdotto il Reno in Primaro non potrebbero sboccarvi dentro per l' alzamento del fondo, senza mantenersi nella presente pregiudicialissima elevazione, o senza acquistarsela maggiore con l' intera desolazione del territorio di Bologna.

Terzo. La navigazione tra Bologna, e Ferrara resterà sempre intersecata dal Reno, e forse rovinata per mancanza d' acqua dalla parte di Ferrara.

Nella terza proposta. Crescono più le difficoltà, perchè dato per impossibile che si fosse ottenuto l' intento d' inalveare fra' proprj interrimenti tutti i fiumi del Bolognese e della Romagna, si adattano a questa inalveazione tutte le difficoltà sin' ora proposte; ma i danni si farebbero anche più grandi nel tempo intermedio, posciachè ne seguirebbero spaventose inondazioni. Ed in riprova si considerino gli effetti che ha fatti la rivolta del Reno nelle valli Sanmartina, del Poggio, e di Marrara, delle quali l' EE. VV. non hanno veduta che una piccola parte, essendo in tutti i giorni della visita mancato il lume del Sole prima che si fosse arrivato a dare una semplice occhiata agli ultimi termini ai quali si sono portate le valli. Inferiscasi di poi quali sarebbero per seguire ogni volta che il Reno passando dalle valli di Marrara a quelle di Marmorta andasse a scaricare in questa valle unite alle proprie acque quelle di Savena, dove accompagnandosi colle altre dell' Idice, Centonara, Quaderna, Gaiana, e Sillaro, quale sarebbe la concavità capace di riceverle e depurarle, se non si

facesse maggiore coll' elevazione del proprio pelo, e giugnesse a sommergere le più feconde campagne del Bolognese?

Lo stesso proporzionalmente si dee discorrere rispetto alle valli inferiori fino a Savena, nella qual considerazione cogli accrescimenti de' corpi d' acqua si veggono fatti sempre maggiori i danni, riconosciuti da' medesimi signori Ferraresi, che più d' una volta in questa visita hanno avuta la bontà di conoscere sinceramente l' insussistenza di tal proposta bonificazione.

Si sono umilmente sottoposti agli occhi dell' EE. VV. questi pochi motivi sopra le tre accennate proposizioni, non perchè non ve ne sieno moltissimi altri, ma perchè essi sono i radicali, dai quali ne germoglia un infinità d' altri, che nella discussione di esse da farsi ne' congressi si andranno di mano in mano preponendo.

ESAME DEL TERZO PROGETTO.

CIOÈ DELL' INTRODUZIONE DEL RENO NEL PO DI PRIMARO.

SCRITTURA XXXIII.

Posta in campo la proposizione di recapitare il Reno nel Po di Primaro, diede l' autore la seguente scrittura in ordine ai tre primi articoli che furono:

I. Se l' acque, e torrenti traspadani abbiano caduta sufficiente in Primaro, e quali di essi ve l' abbiano, e quali no, e se a quelli, che non l' hanno se gli possa dare.

II. Se introducendo il Reno nel Po di Primaro, gli altri torrenti traspadani avranno sufficiente caduta al mare, e che modo si possa tenere per dargliela.

III. Se il detto alveo si possa proporzionare slargandolo, e profondandolo secondo le acque, che vi si debbono introdurre, e in che modo ciò si possa praticare.

Circa il primo: tutti i torrenti traspadani hanno caduta sufficientissima nel Po di Primaro. Ciò si prova, perchè se i torrenti predetti in oggi vi scaricano le proprie acque, perdendo l' elevazione collo spandersi nelle valli, tanto più vi si scaricherebbero mantenute che fossero incassate sino all' ingresso. Pare per ciò superfluo il cercare il modo con che si possa dare la caduta necessaria ai detti torrenti, perchè la natura, quand' anche non l' avessero, gliela farebbe da se coll' elevazione o del fondo, o della superficie di essi.

Circa il secondo: tutta, o almeno la maggiore difficultà di questa

proposizione consiste in liquidare questo punto, facile a risolversi rispetto a qualcheduno de' fiumi, difficilissimo rispetto ad altri.

La caduta del pelo del Po di Primaro alla punta di S. Giorgio fino al pelo basso del mare è la stessa, che la caduta di Volano, determinata da noi piedi 18. 3. 3. Il fondo di Reno a Vigarano ha di caduta sul pelo del Po di Volano piedi 13. 0. 9, dunque la caduta di Reno da Vigarano al pelo basso del mare sarà piedi 31. 4. 0. La distanza è di miglia 70. in circa, e perciò compartita la caduta nella distanza, sarà once 5 $\frac{13}{35}$ per miglio, di gran lunga insufficiente al bisogno.

La caduta di Savena al dosso del Penna sopra il pelo alto del Po di Primaro in sito inferiore al Cavedone di Marrara è piedi 8. 3. 8. Il detto pelo di Primaro ha di caduta sul pelo basso del mare p. 17. 8. 3. Dunque la caduta del fondo di Savena al dosso del Penna sopra il pelo basso del mare è piedi 25. 11. 11, che compartita in miglia 45. ha di caduta per miglio quasi once 7, che per se stessa non può sussistere.

La caduta dell'Idice, ed altri fiumi, che sboccano in Marmorta, è quasi l' istessa, che la predetta del Po di Primaro cioè p. 17. 8. 3. o certo poco minore, essendosi osservato nella visita, che trovandosi pieno il Po predetto, e le valli di Marmorta, non si potè entrare con una piccolissima barchetta nell' alveo dell' Idice, e questa caduta in miglia 27. in circa dal cavo della Bastia al mare, è quasi once 8. per miglio, che poco può scostarsi dalla necessaria per portare le proprie torbide unite a quelle di Savena, Quaderna, Gaiana, Sillaro, e fiumi inferiori al mare.

Molto più si giudica sufficiente quella de' fiumi inferiori, Santerno, e Senio, approvata per tale dall' esperienza dopo l' introduzione.

Si renderebbero più avvantaggiose le cadute di tutti i fiumi preacennati, se introducendo il Lamone per l' alveo suo vecchio nel Po di Primaro a S. Alberto si aprisse con l' aumento di quest' acqua maggiore lo sbocco al mare, e si escavasse maggiormente l' alveo *del Po*.

Circa il terzo: l' arte di proporzionare l' alveo ai fiumi uniti di acque diverse sin' ora non è stata trovata, e forse non è possibile a trovarsi. Crediamo però, che divertito ad altra parte il Reno, non vi sarebbe bisogno di altro proporzionamento; perchè se l' alveo presente basta per tutti i fiumi, le acque di alcuno de' quali essendo sostenute appena si muovono, quanto più dovrà restare proporzionato a scaricare acque minori, e correnti con velocità, come sarebbero se vi si inalveassero i fiumi de' quali è capace, essendo troppo manifesto la gran velocità del Po di Primaro di sotto all' introduzione di Santerno, e Senio, e la poca degli altri superiori?

Si potrebbe bene nei luoghi ove apparisse la necessità scaricare le ripe, il che renderebbe maggiore dilatazione all' alveo, e più libero il corso alle acque.

Concludesi adunque, che il Reno assolutamente non ha bastante caduta per correre al mare per l' alveo di Primaro. Che Savena più s' accosta ad avervela. Che l' Idice, ed altri fiumi inferiori si giudicano capaci di essere introdotti in Po di Primaro inalveati, e regolati anco nel presente stato delle cose; e finalmente, che introducendovisi il Lamone facilmente si ridurrebbero le cose in istato da potere sperare, che la Savena stessa fosse capace della medesima inalveazione senza maggiori sconcerti.

Non mancheranno finalmente alle EE. VV. altri proficui ripieghi per far godere a tutte le tre Provincie l' utile tanto desiderato della bonificazione.

SCRITTURA XXXIV.

DELLA LINEA DEL PO DI PRIMARO.

Succedettero all' esame della medesima linea i tre altri articoli seguenti.

I. Se inalveandosi i torrenti traspadani in Primaro si debbano, e possano fare argini tanto alla destra, quanto alla sinistra del detto fiume.

II. Se coll' acque chiare si possa provvedere agli interrimenti, e prolungazione della linea, e di dove, ed in che copia possano queste ricavarsi.

III. Come si possa mantenere la felicità degli scoli dalla parte superiore.

Ai quali rispose l' autore per parte de' Bolognesi in questa maniera.

Circa il primo: l' inalveazione de' torrenti in Primaro si è intesa nella discussione de' punti antecedenti dover riuscir tale, che non si elevi più di quello che ora è il fondo de' torrenti che debbono inalvearsi, anzi tale, che l' alveo del detto Po di Primaro non si alzi a segno di portare pregiudizio alle campagne adiacenti, siasi per l' impedimento degli scoli, o per altra cagione. Quindi rispetto ai torrenti che da noi si crede potersi introdurre nel Po di Primaro, non v' ha dubbio potersi fare argini alla destra di sufficiente altezza, come che in niun luogo manca terra proporzionata per tal lavoro, e l' elevazione delle arginature non può essere tanta da non potersi comodamente mantenere.

Doversi fare tali argini è manifesto, prima perchè sono necessari

al fine della bonificazione desiderata, altrimente mantenendosi le espansioni presenti poco, o niente si bonificherebbe. Secondo, perchè ristretta l' acqua fra gli argini acquisterebbe di velocità, e per conseguenza maggiormente escaverebbe l' alveo proprio, riconducendolo ad una cadente meno inclinata. Terzo, perchè niuna ragione vuole, che si lascino senza utile di veruno, in abbandono alle acque, campagne così immense quali sono quelle della Romagnola, e del Bolognese.

Rispetto poi a fiumi superiori questi si sono asseriti incapaci d' inalveazione nel Po di Primaro, perchè talmente per difetto di caduta alzerebbero il proprio fondo, e quello del predetto Po, che non si potrebbero sostenere arginature tanto alte quanto bisognassero, e l' elevazione del fondo non lascerebbe esito agli scoli delle campagne superiori. Dal che apparisce la risoluzione del restante del quesito, cioè, che rispetto al Reno assolutamente nè potranno costruirsi, nè costrutti mantenersi a lungo argini da veruna parte, e per conseguenza che non si dee porre all' azzardo di farsi se non per rimedio provvisionale, ma che alla prima rotta che seguisse sarebbe gettata tutta la spesa, come che impossibile sarebbe obbligare un fiume a correre per aria.

Dalla parte sinistra è certo che non manca terra di tutta perfezione per ingrossare, ed elevare quando occorresse, gli argini presenti, ma succedendo rotte, eguale, o poco minore sarebbe la difficultà di ripigliarle.

Circa il secondo: l' unione dell' acque chiare alle torbide impedisce, o per meglio dire, ritarda gl' interrimenti in quegli alvei che sono, o che successivamente si fanno difettosi di caduta in proporzione dell' acque proprie, ma donde si possano ricavare queste acque chiare da noi, non si sa; essendo certo, che in questi paesi non vi è altra acqua chiara, che quella del canalino di Cento, e de' condotti dell' acque piovane, che sono un nulla rispetto alle torbide unite de' fiumi.

Circa il terzo: o gli scoli avranno caduta sufficiente nel fondo, stabilito che sia, di Primaro, o nò. Se l' avranno, non vi occorre alcun artifizio, se non l' ordinario delle chiaviche per iscolare felicemente. Se poi non l' avranno, appresso di noi è disperato qualunque rimedio, ma se per avventura ne fosse proposto alcuno, non mancheremo di soggettare con ogni umiltà il nostro sentimento sopra di esso alla sublime cognizione dell' EE. VV.

SCRITTURA XXXV.

DELLA LINEA DEL PO DI PRIMARO.

In alcune repliche date da' Ferraresi sopra i medesimi tre articoli avevano avanzate alcune asserzioni, le quali vennero impugnate dal Guglielmini colla seguente scrittura.

La difesa ordinaria che si pratica per li fiumi, è quella di una lunga cortina d' argini sopra l' una, e l' altra ripa, e questa non si duplica che ne' luoghi ove maggiore sia il pericolo. Quindi non si sa intendere con qual fondamento già più volte si vada replicando, che il Polesine di San Giorgio, e le valli di Comacchio non hanno per difesa che un solo argine quasi che per essere ben difeso ve ne volesse un laberinto. Si dovrebbe piuttosto avvertire che l' esservi un solo argine mostra sufficiente tal difesa, perchè altrimente si sarebbe raddoppiato, e fattovi coronelle come in altri luoghi si pratica, particolarmente non vi essendo stato sin ora alcuno che abbia impedito di farlo. Finalmente si paragoni la difesa praticata a sinistra, con quella alla destra, e giudichisi se più meriti compassione chi si crede con finto timore non abbastanza in sicuro, o chi per mancanza d' ogni difesa patisce continuamente, e realmente quel danno che dall' altro viene ideato solo nell' immaginazione.

Si desidererebbe poi di sapere qual sia la ragione per cui si pretendesse l' arginatura a destra più bassa di quella a sinistra, perchè secondo il dovere l' una, e l' altra dovrebbero essere di altezza sufficiente al bisogno, e se i signori Ferraresi pretendessero poi che la loro a sinistra fosse più alta della contrapposta, niuno negherà loro che non l' elevino a loro piacimento.

Quanto alla diversione de' torrenti inferiori, questa cagionerebbe maggiore alzamento di fondo nell' alveo di Primaro. La ragione è manifesta, perchè si sminuirebbe il corpo d' acqua. Perciò l' acque chiare vi avrebbero minor caduta, e le campagne si scolerebbero più infelicemente. Non per altro è stato da' Ferraresi tentato d' introdurre l' acqua del Po di Lombardia nell' alveo di Primaro che per tenere basso il di lui fondo, e con ciò dare caduta, ed esito felice alle acque superiori. E non per altro si è interrito l' alveo di Primaro, se non perchè gli è mancato il gran corpo d' acqua che vi scorreva. Considerisi ora che effetto fosse per fare la diversione di altre acque, e quanto poco sieno uniformi le massime d' introdurre il Po, e di divertire da Primaro i fiumi che vi sboccano.

Le acque chiare considerate come tali non hanno forza di escavare. Ben lo provò a suo costo il p. Spernazzati, che fondato su questo

equivoco s'impegnò con Clemente VIII. di fare l'escavazione del Po di Primaro a forza d'acqua, e perciò con poca spesa; ma le promesse furono fallaci, perchè bisognò adoperare il paletto, e poi anche non gli riuscì. La soverchia caduta è quella che dà forza all'acqua di escavare, e questa non si trova in Primaro a proporzione del corpo d'acqua che porta, e se vi fosse, egualmente scaverebbe l'acqua torbida, che la chiara, come giornalmente si vede in altri casi, e se ne potrebbero portare esempi infiniti. Perciò riuscirà frustraneo il calcolo della proporzione dell'acque chiare alle torbide come di espellente all'ostacolo, se non si prova sufficiente la caduta perchè segua tale espulsione, e per conseguenza sono inutili tutte le altre regole non ad altro dirette, che ad allontanare dal Polesine di S. Giorgio le acque tutte de' torrenti, abborrite al pari che se fossero velenose, senza aver riflesso allo svantaggio che ne può seguire alle altre Provincie.

Circa il terzo: si avverte con quanta facilità i signori Ferraresi propongono il rimedio delle botti per provvedere a qualunque sconcerto, e con quanto vigore le hanno altre volte rigettate quando sono state proposte da' Bolognesi; eppure non vi è altra differenza, se non che le proposte da noi non potevano essere più che una, o due, e le necessarie per provvedere agli scoli a destra di Primaro si contano a diecine, e sotto alveo maggiore di quello di Reno, ed in fondo non così sicuro come nelle campagne superiori del Ferrarese.

Che gli scoli poi fossero per acquistare maggior caduta in Primaro, rimossi che fossero i fiumi inferiori, da noi non si nega confidentissimamente, e se n'è addotta la ragione di sopra.

SCRITTURA XXXVI.

DELLA LINEA DEL PO DI PRIMARO.

Furono dopo ciò sottoposti alla disamina ne' congressi tre altri articoli, a' quali è responsiva la seguente scrittura dell'autore, e sono;

I. Se dopo la rimozione di Reno dall'alveo di Primaro, questo si sia interrito.

II. Se le sorgive del Polesine di S. Giorgio sieno cresciute, mancate, e per qual causa, e se le valli di Comacchio per l'introduzione del Reno, ed acque traspadane nel Po di Primaro riceveranno danno, o pregiudizio, e come vi si possa rimediare.

III. Quali effetti proveranno da tale inalveazione le tre Provincie, se questa sarà stabile, e quanto importerà la spesa.

Altrettanto è facile asserire che l'alveo di un fiume corrente sia

interrito, quanto difficile il provarlo, se non si hanno segni stabili, in relazione a' quali possa desumersene la notizia confrontando insieme le misnre fatte in diversi tempi. Rarissimi sono i predetti segni nell' alveo di Primaro, abbenchè moltissimi gli scandagli fatti nelle visite Centuriona, Gaetana, Corsini ec. i quali, come ad altro fine diretti, furono lasciati sciolti, e a nulla servono, per la risoluzione del punto presente.

Servirà però per notizia dell' EE. VV. che l' alveo di Primaro quando dava il passo al ramo del Po grande che vi scorreva, necessariamente doveva essere profondissimo, quasi al pari dell' alveo presente del Po di Venezia. Che secondo che l' acqua cominciò ad abbandonarlo dovette proporzionalmente andarsi elevando più nelle parti superiori, meno nelle inferiori, perchè più scarsa era l' acqua nelle parti di sopra, che di sotto. Che divertiti che furono per Breve di Clemente VIII. tutti i torrenti dal Reno sino al Lamone; non si sa se l' alzamento del fondo di Primaro, fosse arrivato a quel segno, che richiedeva la naturale disposizione della cadente proporzionata a tutte le acque che vi mettevano foce. Che escavato che fu sotto la direzione del p. Spernazzati, e del Fontana, certo l' escavazione, come diretta a far ritornare il Po di Lombardia in quest' alveo, ragionevolmente ridusse il fondo di esso più basso di quello che conveniva per portare al mare le acque de' torrenti Bolognesi, e Romagnoli. Che perciò non sarebbe maraviglia, se non essendo poi seguita la meditata introduzione del Po, ed inalveatisi di nuovo alcuni de' fiumi predetti in Primaro, di nuovo si fosse questo elevato, come necessariamente dee avvenire a' fiumi torbidi che hanno la cadente meno inclinata del suo bisogno. Che nulladimeno vedendosi qualche interrimento non si dee per buona conseguenza dedurre, dovere esso sempre farsi maggiore, e poi inferirne con iperboli smoderate una infinità di precipizi, e desolazioni, descrivendone esattamente ogni più sottile minuzia. Che piuttosto si dee accertare, se l' alzamento sia mai finito, ò giunto al suo sommo, almeno in qualche parte, e dalla caduta di esso al mare arguire quali sieno i torrenti, fiumi, ed acque, che possono senza sconcerto, anzi con vantaggio, mettere in Primaro la foce, e quali nò; ed è certo, che nella prima classse s' annoverano gl' inferiori, e nell' altra almeno il Reno, come si è detto nella nostra risposta al secondo punto alla quale ci rimettiamo. Che finalmente bisogna pensare al modo di fare con sicurezza l' inalveazione de' fiumi non ancora introdotti in Primaro, ed il regolamento di tutte l' altre acque a destra di Primaro, per supplire nella maniera che si può al difetto delle notizie necessarie al proporzionamento dell' alveo.

Circa il secondo: le sorgive del Polesine di S. Giorgio sono antiche, e forse coeve allo stesso, essendone in ogni tempo uditi i

lamenti degl' interessati. Gli strumenti, ed altre scritture esibite all' EE. VV. dalla comunità d' Argenta in proposito del mulino del Golditore ne fanno ampia fede, e l' Aleotti nella sua difesa più volte ne fa menzione: se poi si sieno fatte maggiori, o minori a noi non può costare, che siamo privi delle notizie necessarie. Crediamo bene che la risoluzione di questo punto debba dipendere dal provare due estremi, che sono, prima lo stato antico, e poi il moderno, per potere dal confronto dell' uno, e dell' altro ricavare la verità. Avendo poi a discorrere sopra principj generali, diremo, che se le sorgive dipendono da un pelo d' acqua più alto della superficie della terra, che le patisce, e dalla porosità del terreno, questa dee credersi uguale in tutti i tempi, ma quello siccome è stato vario può anche aver portata alterazione nelle sorgive. Se queste anticamente erano effetti dell' altezza dell' acqua del Po, bisogna necessariamente dire, che quel tratto del Polesine, che è tra la punta di S. Giorgio, e l' argine di Marrara sia adesso di molto miglior condizione, che anticamente, perchè ora non riceve che poca acqua dalle valli, non tutto il Po come una volta. Nel restante della riviera si veggono argini altissimi, a' quali nelle somme escrescenze restano molti piedi di vivo, come hanno veduto l' EE. VV. in tempo che al segno stabile di Longastrino mancavano poche once per arrivare a quello delle massime piene. Se tali argini furono fatti, e regolati per l' acqua del Po, pare che le piene presenti dovessero riuscire molto minori delle antiche, e che essendo le piene di Po grande di molto più lunga durata, che le presenti del Po di Primaro, dovessero perciò anche nel resto del Polesine per li detti due capi essere minori le sorgive.

Rispetto al punto se l' introduzione di Reno, ed altre acque traspadane nel Po di Primaro possa apportare danno alle valli di Comacchio, si risponde che quelle le quali potranno corrervi inalveate non apporteranno danno veruno nè alle valli predette, nè ad altro luogo, e la ragione si è, che se non vi apportava danno ne' tempi antichi il Po grande, molto meno lo apporteranno acque di corpo tanto minori, anzi rispetto alle valli di Comacchio queste non riceverebbero danno veruno neppure dall' introduzione di Reno, il quale non per questo, ma per gli altri più sodi motivi si esclude.

Circa il terzo: gli effetti dell' inalveazione de' fiumi inferiori che ne sono capaci nell' alveo di Primaro, saranno la bonificazione di tutte le valli, ed altri siti bonificabili per essiccazione, lasciando la facoltà di render buono coll' alluvione per via di chiaviche i fondi presentemente troppo bassi: benefizio che non si può avere dalla linea superiore de' signori Ferraresi. Secondo, gli scoli tutti si potranno mandare a sboccare nel detto alveo di Primaro, o con chiaviche, o senza, secondo che mostrerà l' opportunità del sito. Terzo, l' influsso

de' fiumi predetti manterrà scavato il fondo di Primaro tanto, che gli scoli vi potranno felicemente sboccare, condizione che non si può ottenere nella linea predetta de' signori Ferraresi. Quarto, il Porto di Primaro si renderà più libero, perchè il corso dell' acqua porterà via gli scanni che vi si trovano in faccia. Quinto, le sorgive del Polesine di S. Giorgio, o si leveranno intieramente, o si renderanno minori, perchè inalveati che sieno i fiumi predetti, le piene del Po non dureranno se non tanto quanto quelle de' fiumi influenti, che vuol dire pochissimo, dove ora durano 15. o 20. giorni, e cessate poi le piene, l' acqua ordinaria non potrà dare sorgive, come di minima altezza.

Si conclude perciò, che divertito il Reno in Po grande, e trovato qualche temperamento per Savena, e inalveati gli altri fiumi in Primaro, con ogni maggior certezza si sarà ottenuta la generale bonificazione, o almeno preparati i mezzi per compirla col tempo, e senza spesa esorbitante che può farsi non tutta in una volta.

La quantità però precisa di essa non può accertarsi come dipendente da misure, che sin' ora non sono state prese, ec.

SCRITTURA XXVII.

DELLA LINEA DEL PO DI PRIMARO.

Avevano i Ferraresi esibito un loro foglio sopra i medesimi tre articoli, al quale l' autore fece le seguenti annotazioni.

L' interrimento fatto dalla banda delle ripe non ha che fare nel caso presente, dove s' intende d' interrimento di fondo, altrimente se ciò valesse, si potrebbe dire che tutti i fiumi s' interriscono, e nello stesso tempo si scavano, perchè le alluvioni si cambiano in corrosioni, *e viceversa*.

L' alzamento degli argini giustificato che fosse, bisognerebbe per esser mezzo adattato a provare l' alzamento del fondo, che si desumesse da un termine stabile, altrimente resterà sempre in sospeso, se sia semplice riparazione, o pure nuovo alzamento.

Non si accordano poi insieme interrimento di fondo, e rallentamento di moto. Il primo accresce caduta, ed il secondo è effetto di mancanza della medesima. E di fatto dove è probabile che siasi per lo passato elevato il fondo di Primaro, cioè dallo sbocco di Santerno in giù, si osserva velocità di moto considerabile, che non è tale al di sopra, dove non è seguito l' alzamento necessario per formare le cadenti, per altro poi se le sorgive derivano dallo stagnamento dell' acqua, bisogna asserire che ora sieno minori che per lo passato,

costando per detto di testimonio nella visita Ferri, li 9. Dicembre 1690, che adesso tra le piene de' fiumi inferiori, e quelle de' superiori intercede lo spazio di sole 6. o 7. ore, dove per l' avanti era di 6. o 7. giorni, frase che importa maggiore velocità di moto ne' tempi presenti che negli antepassati, e lo stesso maggiormente si proverebbe, se le acque chiari facessero maggiori le sorgive, che le torbide.

Lo stare in colmo del Po di Primaro 40. giorni merita qualche prova più, che la semplice asserzione, ma posto anche che fosse vero, anche il Po grande dura alto lo stesso tempo, e risente i flussi, e le maree grosse; adunque per questo capo, uguale dee essere l' effetto presente all' antico.

Che poi nelle visite antiche non sieno state viste le sorgive osservate nell' ultima del sig. Auditore Ferri non prova che non vi fossero, costando la loro esistenza per altri mezzi. Se i danni poi sieno in oggi maggiori che nel passato resta incerto, ma quando fossero, nella medesima visita Ferri se ne apporta la cagione a dì 9. Dicembre 1690, cioè l' interrimento de' condotti del Polesine.

In ordine all' accrescimento della velocità introducendo i torrenti divisati nel Po di Primaro, già si confessa che ciò farebbe sminuire l' altezza dell' acqua, adunque non converrà alzare gli argini. Rispetto poi all' avanzamento delle corrosioni si riflette, che quando ivi correva il Po grande certo era maggiore la velocità di quel che possa essere con l' inalveazione anco di tutti i fiumi. Dunque, se tale effetto pregiudiciale allora non succedeva, molto meno dovrà succedere nel caso di cui ora si tratta. La rimozione poi del Lamone dal Po d' Argenta fu mal pensata, e l' effetto ne ha fatta la dimostrazione.

SCRITTURA XXXVIII.

DELLA LINEA DEL PO DI PRIMARO.

Mentre si andava esaminando questo progetto, uno degli Ingegneri de' due Cardinali, per facilitare il recapito del Reno nel Po di Primaro, con accrescere la caduta di quello, abbreviandone la linea, suggerì che la diversione del Reno si facesse da un punto più alto di quello, che si era pensato, e si facesse sboccare in Primaro al Traghetto; onde nacquero altri articoli, e prima.

I. Se voltando il Reno al Trebbo, ed unito a Savena portandolo per l' Idice al Traghetto avrà sufficiente caduta per ispingere le sue piene al mare.

II. Se per facilitare la proporzione dell' alveo all' acque traspadane, convenga rimuovere alcuni de' torrenti inferiori, e quali, e come; oppure sia meglio mandarli tutti uniti nel predetto fiume.

Ai quali il Guglielmini rispose nel modo seguente.

Circa il primo: il voltare il Reno al Trebbo, ed unito a Savena portarlo per l' Idice al Traghetto a sboccare nel Po di Primaro, è proposizione che merita particolari riflessi anche fuori di quello della caduta, sì in ordine al modo, sì a riguardo dei mezzi, della spesa ec. Contuttociò per non dilungarsi dall' articolo proposto, si risponde, che la caduta di Reno dal Trebbo al Traghetto si riconosce per assai grande, ma non se ne può determinare la precisa quantità, comecchè non si è fermata al Traghetto veruna livellazione. Tal caduta però, qualunque sia, certo è non può essere così distribuita per la lunghezza, che mantenga incassati i fiumi in veruna parte, come è manifesto dal vedere, che il Reno al Trebbo porta seco la necessità di essere arginato, la quale tanto più crescerebbe in questa proposizione, quanto più si scostasse dal monte. Onde se per caduta sufficiente s' intende tale da non avere bisogno d' argini, si nega tale sufficienza di caduta, e probabilmente si può anco negare in senso, che il fondo dell' alveo debba andare sotto il piano di campagna. Si crede bene, che il Reno per qualunque linea possa portare le sue torbide al Traghetto con la caduta, che vi ha, ma col sussidio degli argini, e coll' elevazione necessaria del suo alveo sopra il piano delle campagne in molti luoghi.

Il maggior dubbio consiste in accertare se la caduta del Po di Primaro sia tale da spingere le torbide introdottevi al mare, senza deporle nell' alveo, al che, come altre volte si è detto, può contribuire molto, e forse è l' unico mezzo, l' assicurarsi se i fiumi Santerno, e Senio abbiano in oggi stabilita la loro cadente, senza la quale

precedente determinazione, e senza misura esatta dell' inclinazione accennata, non può darsi veruna categorica risposta a questo articolo.

Circa il secondo: stimiamo gravissimo errore, da alvei per altro difettosi di caduta, rimuovere fiumi sotto qualunque pretesto, essendo certissimo, che l'acqua maggiore di corpo ha maggiore la velocità, ed ha bisogno di minore caduta per ispignere le torbide al mare. Il divertire adunque i fiumi inferiori dal Po di Primaro non è altro, che accrescere l' insufficienza della di lui caduta, e per conseguenza obbligarlo ad elevarsi maggiormente di fondo, al che necessariamente dee poi succedere la maggiore elevazione degli argini, e l' impedimento allo sfogo delle valli, e degli altri fiumi, e condotti, che dentro vi sboccassero.

Tanto dunque è lontano, che i fiumi inferiori a titolo di facilitare la proporzione dell' alveo dovessero levarsi da Primaro, oppure rimovendoli dalle parti superiori mandarli inferiormente a sboccare verso la foce di esso, che piuttosto dovrebbero e il Lamone, e il Senio, e il Santerno rimuoversi dagli sbocci presenti, ed introdursi nell' alveo del Po predetto in sito il più che si può superiore, acciocchè per più lungo tratto il fondo di esso si mantenesse scavato, e perciò desse più facile ricetto, e più libero esito all' altre acque, che venissero dalle parti superiori.

SCRITTURA XXXIX.

DELLA LINEA DEL PO DI PRIMARO.

Passandosi ad altri articoli sopra il medesimo progetto di condur il Reno in Primaro dal Trebbo al Traghetto, fu disputato:

I. Se dopo l' introduzione di Reno, e Savena per l' Idice al Traghetto avranno felice esito in Volano gli scoli, che vanno in Marrara, e se gli altri che saranno intersecati dal nuovo alveo potranno nel medesimo essere introdotti.

II. Se introducendo uniti la Centonara, la Quaderna, la Gaiana, e canale di Medicina incontro a Boccaleone vi anderanno felicemente.

III. Se il Sillaro, e il Corecchio possano andare unitamente alla Bastia, e dove sia meglio introdurgli, e se il Lamone o da per se, o unito col Santerno, e Senio debba introdursi verso la torre di Primaro.

E a queste domande l' autore così soddisfece.

Sopra il primo: verte questo articolo circa la felicità degli scoli, che si dividono in tre classi. Nella prima stanno quelli che sono intersecati dalla nuova linea, nella seconda quelli che sfogano in

Marrara, e nella terza tutti gli altri situati tra l'Idice, ed il Lamone.

Rispetto ai primi, dipende la risoluzione dallo stabilire evidentemente, che il nuovo alveo dal Trebbo sino alla Riccardina debba riuscire del tutto incassato fra terra. Quando ciò fosse ne viene in conseguenza, che ogni volta che il fondo degli scoli non fosse pareggiato dalle massime piene, al certo tutti gli scoli intersecati goderebbero felicità eguale alla presente; ma quando succedesse il contrario, non potrebbero non deteriorarsi considerabilmente gli scoli dell'acque chiare, più e più quanto le massime piene si elevassero sopra il piano delle campagne, poichè oltre il dovere essere sostenute con chiaviche le acque piovane (suggezione alla quale presentemente non sono sottoposti per privilegio di natura i terreni superiori alla progettata linea) sarebbero in continuo pericolo di essere interriti i condotti a cagione delle rotte, e senza di queste più frequentemente si interrirebbero a causa del temporaneo sostentamento dell'acque proprie. Per isfuggire tale inconveniente si dividono secondo le buone regole le acque chiare dalle torbide, come è manifesto dal vedere, che gli scoli delle campagne non si mandano che rare volte, e forzatamente a sboccare ne' fiumi, benchè in parte incassati; e i signori Ferraresi stimano tanto buona questa massima, che in tutto il loro gran territorio, che chiamano Cispadano, eleggono piuttosto di mandare i condotti dell'acque chiare a sboccare per una lunghissima linea di 60, e più miglia al mare, che d'introdurli per una brevissima, come facilmente potrebbero nel Po grande.

Che poi ciò dovesse succedere per tutto il tratto della nuova linea si fa manifesto dal vedere, che il Reno al Trebbo ha bisogno di argini, e che la campagna dal Trebbo a Corticella, nel breve tratto di un miglio e mezzo, ha di caduta p. 5. 1. 7, come apparisce dalla livellazione inutilmente fatta, essendo che ogni volta, che il piano di campagna ha maggiore pendenza di quella, che richieda il fiume, e che nel principio questo cammini con argini, ne segue, che per tutto il tratto debba continuare la necessità degli argini medesimi.

Rispetto poi agli scoli che sboccano in Marrara, non v'ha dubbio, che parlandosi di acque chiare non possano voltarsi utilmente in Volano, o anche altrove, come da noi è stato detto nella prima scrittura per l'introduzione di Reno nel Po.

Ma quanto ai condotti inferiori non si può accertare la felicità, o infelicità de' loro sbocchi, se prima non venga determinato se l'alveo presente del Po di Primaro sia, o nò per interrirsi nell'introduzione de' fiumi, e quanto; essendo certo, che le campagne nello stato presente difficilmente si scolano, e solo in istato di acque basse, onde quando fossero obbligate a sormontare un fondo più alto, tanto più infelice riuscirebbe lo scolo, e farebbonsi nuove valli, il che

tanto maggiormente, e più facilmente succederebbe, se si divertissero dal Po di Primaro i fiumi inferiori, anzi se non si introducessero il più alto che si può, ed inoltre se non vi si sboccasse il Lamone a S. Alberto, e le terre intrachiuse tra il Santerno, e il Lamone, oppure tra il Sillaro, e il Lamone, sarebbero le prime a sentirne perniciosissimi effetti.

Sopra il secondo. L' introduzione della Centonara, Quaderna, e Canale di Medicina incontra a Boccaleone, è impossibile a farsi nello stato presente, ed è di sommo pregiudio agli scoli intermedj.

Primo, perchè attraverso la valle di Marmorta non si trova terra per fare argini, per la troppa bassezza del sito, che resta in più luoghi tutto l' anno coperto dall' acque; e sebbene in alcuni luoghi l' estate si scuopre terra, nulladimeno per la sua pessima condizione, che non la lascia far corpo, non si eleva quanto si vorrebbe, ed elevata che sia non resiste, e non dura in tale elevazione.

Secondo, perchè siccome in oggi gli scoli restano infelici sboccando nel Po di Primaro, anche col benefizio di tutta l' ampiezza delle valli, ristretti che fossero, ed introdotti in un torrente, che richiede gran caduta, e per conseguenza grande altezza di fondo, maggiormente si infeliciterebbero, e renderebbero i terreni superiori vallivi.

Sopra il terzo: alla prima parte circa l' introduzione del Sillaro, e del Corecchio uniti alla Bastia, si risponde che l' unione non può essere che dannosa al Corecchio medesimo, comecchè dovrà sboccare sopra un fondo più alto di se medesimo, per le ragioni di sopra allegate. Sarebbe perciò meglio unire, come una volta era il Corecchio all' Erbeso, e sboccarli unitamente in Primaro in luogo proporzionato, inalveando il Sillaro da se solo alla Bastia. Tale separazione degli scoli dell' acque piovane da fiumi torbidi è anche secondo il sentimento de' signori Ferraresi, che in una delle loro antepassate scritture si espressero, che i condotti avrebbero dovuto introdursi in Primaro tra un fiume e l' altro; è così uniforme alla pratica presente, che non si trova scolo veruno ne' contorni de' quali si tratta, che sbocchi in alcuno de' torrenti vicini.

Alla seconda parte, dell' introduzione del Lamone alla Torre di Primaro, si risponde, che essa riuscirebbe utile agli scoli del Ravegnano, che più non sarebbero intersecati dal corso presente del detto Lamone paralello alla spiaggia, ma non servirebbe a mantenere scavato il Po di Argenta per essere troppo bassa l' introduzione, anzi quando si avesse intenzione di unirvi il Santerno, e il Senio, si pregiudicherebbe considerabilmente alla mantenzione del fondo del Po, che richiede introduzione di corpo d' acqua nelle parti superiori, e non allo sbocco, che solo con l' accrescimento di tali acque si manterrebbe aperto senza maggior vantaggio.

SCRITTURA XL.

DELLA LINEA DEL PO DI PRIMARO.

Si esaminarono dopo ciò altri quattro articoli, cioè:

I. Se il Reno nel correre per lo cavo del Duca l'abbia interrito, e che effetto produca nel cavo delle Caccuppate.

II. Se senza pregiudizio della navigazione, attesa l'altezza di 30. piedi in circa, ritrovata a Corticella dal piano della campagna al pelo del canale Naviglio, potranno l'acque del Reno portarsi per un ponte canale.

III. Se con quattro chiaviche, due in Marmorta, e due nelle valli di Ravenna, si possa dare sfogo alle piene grossissime di Primaro, e possano le medesime servire per portare gli scoli in Po basso.

IV. Quali effetti si possano attendere da tal linea, e che spesa sarà, distinguendo quella della parte superiore dalla Samoggia al Traghetto, da quella dal Traghetto al mare.

Intorno ai quali il Guglielmini così rispose.

L'interrimento del cavo del Duca è così manifesto, che per tutto il tratto della Sanmartina per la quale è corso torbido, appena di esso si veggono le vestigia. Egli è ben vero, che nelle parti inferiori, ridotte ora ad uso di navigazione, si scorge anco assai profondo, ma è altrettanto vero, che il Reno non vi ha corso dentro con sabbia, che è la materia più atta a fare deposizioni, e che richiede maggior caduta per essere spinta al suo ultimo termine, e ciò è manifesto dal vedersi in tali siti il fondo del cavo predetto non arenoso, ma bensì cretoso, cioè fatto dalle deposizioni di limo tenacissimo.

Il simile si ripete del cavo delle Caccuppate, nel quale non si crede sieno succedute deposizioni di rimarco (non se ne ha però certezza per difetto di misure antiche), attesa la gran caduta che vi hanno le acque superiori.

Circa il secondo: è impresa difficultosa, se non impossibile, far passare il corpo delle acque di Reno unite a quelle della Samoggia, Martignone, Ghironda, e Lavino sopra un ponte canale, e sotto di esso far passare le barche. Le difficultà sono, prima la sussistenza della quale sommamente si dubita; pure essendo materia spettante all'architettura civile, si rimette a migliore giudizio. Non lasciamo però di suggerire che al tempo di Papa Paolo V. il Fontana, architetto di non mediocre grido, pretese di fabbricare con la dovuta sussistenza le chiaviche Paoline, e pure l'esperienza mostrò contrario l'effetto, e le tre provincie restarono defraudate d'un benefizio promesso loro per certo dallo sborso di parecchie migliaia di

scudi. Rammemorinsi le grandi promesse, e manifatture fatte in diversi tempi dagli architetti de' Duchi Estensi per mantenere l' equilibrio dell' acqua ne' rami del Po di Lombardia, e di Ferrara, e poi se ne osservino gli effetti, se ne cerchino le vestigia. Tanto è vero, che la natura non vuole essere forzata, ma solo secondata, ed imitata dall' arte.

Secondo, data la sussistenza per virtù dell' arte, e dell' artefice, non si può però credere tal opera eterna, perchè si sa, che il tempo consuma, e divora tutte le cose, tanto maggiormente, che questa sarebbe soggetta a mille cause, che coopererebbero alla di lei distruzione. Fra queste si enumera una continua umettazione d'estate, e d' inverno geli rigorosissimi, gli effetti de' quali molto bene sono noti; un corso d' acqua, che a lungo andare consuma non solo i mattoni, ma i sassi vivi medesimi ec. E poi chi assicura, che l' acqua debba sempre imboccare il ponte a dirittura, e non voltando il corso batterlo lateralmente? Se mai in una piena venissero a rompersi o le parti laterali, o il fondo, non sarebbe tale edificio desolato sino da' fondamenti? Quali rovine non ne nascerebbero? Parte di queste sono state descritte ne' nostri fogli antecedenti esaminando la linea superiore de' signori Ferraresi, ai quali ci rimettiamo.

Terzo, se mai venisse a rompersi tale ideata fabbrica, con qual arte dovrebbesi riparare? La costruzione può forse esser facile, ma la conservazione, e ristaurazione non può riuscire, che impossibile.

Passando dalla sussistenza alla idoneità, desidereremmo, che di tale editizio ci fossero comunicate la pianta, gli alzati, ed altre misure necessarie, per determinare se le barche vi possano passare sotto, e se sieno per farsi ristagni all' acqua del Reno, oppure alzamento di fondo, o cascate precipitose, notizie tutte necessarie per ben discorrere questa materia, potendo essere, che non ostante l' altezza di 30. piedi dal piano di campagna a Corticella, sino al pelo dell' acqua del Canale Naviglio, possono succedere molti altri considerabili sconcerti.

Circa il terzo: non sappiamo intendere come le stesse chiaviche possono servire di diversivi alle piene grossissime del Po di Primaro, ed in uno di scolo alle valli medesime in acqua bassa. Anche di queste bisognerebbe che ci fossero comunicate le piante ec. ed inoltre ci fosse descritto il modo col quale si pretendesse che dovessero essere adoperate, e precisamente se le loro soglie debbano essere spianate sul fondo del Po, oppure sollevate sopra di esso.

Possiamo ben dire, che a nulla serviranno per l' intento desiderato. La ragione si è, che le valli di Marmorta, e lo stesso si ripete di quelle di Ravenna, sono vasi piccoli, e di niun momento, che presto si riempirebbero, e momentaneo sarebbe lo scarico. Non

serviva la diversione dell' alveo di Ferrara per iscaricare il Po grande, e pure aveva esito, e nelle valli, maggiori di numero, e molto maggiori di espansione, e nel mare. E si potrà credere, che sieno per diminuire le piene del Po di Primaro quattro piccole chiaviche, che scaricassero le acque in due piccole valli, e senza sfogo?

Come poi si sarebbe ottenuto il benefizio preteso della bonificazione, se i terreni dovessero di tanto in tanto ridursi come ora sono a valli, e forse maggiori delle presenti? Con qual animo potrebbero fabbricarvisi case per li coloni, o almeno mandrie per animali da pascolo? Se ad ogni momento potrebbesi dubitare, che si aprissero le porte alla morte, perchè andasse ad opprimere con un diluvio di acqua gli uni, e gli altri nelle proprie abitazioni? Con quale speranza si coltiverebbero le terre, e si fiderebbero le sementi alle colture, se la raccolta de' grani avesse a cambiarsi in una messe di canne palustri? Non mancherebbero mai pretesti di aprire le chiaviche ad ogni piena, e germoglierebbe sempre il timor de' pericoli del Polesine di S. Giorgio, e delle valli di Comacchio. Si vedrebbe alla destra di Primaro sommerso in un mare d'acqua, e case, e alberi, e coltivati, e in una sola parola tutte quelle desolazioni, onde si dubita alla sinistra, le quali perchè non avessero a succedere neppure per ombra, si correrebbe ad aprire le chiaviche, rovesciando non il pericolo, ma il danno addosso ai poveri Bolognesi, e Romagnoli.

Se non fu creduto giovevole servirsi delle chiaviche Paolina, e Borghese all' istesso effetto destinate, non ostante che scaricassero le acque nelle valli di Comacchio, di quella ampiezza che è nota ad ogn' uno, e comunicatali col mare per le bocche di Bellocchio, Magnavacca, e Porticino, oltre tante altre che terminano in Volano, perchè mai dovrà credersi utile l' uso delle quattro proposte con tanto maggior pregiudizio, e con tanto minor vantaggio? E se i signori Ferraresi si pretesero sgravati dalle prime pel solo dubbio, che col tratto del tempo interrendosi le valli di Comacchio, non avessero a deteriorarsi gli scoli del Polesine di S. Giorgio, con quanto maggior ragione si debbono ora dolere le provincie di Romagna, e Bologna, che si pretenda, non ostante il privilegio del sito, obbligare i loro terreni a ricevere lo scarico delle piene di Primaro, non con ideale pericolo d' impedimento di scoli, ma con totale, universale, e manifesto interrimento de' medesimi, ogni volta che si aprissero le chiaviche? Se si vuole sgravare il Po di Primaro nelle sue piene, basta valersi delle preaccennate chiaviche Borghese, e Paolina, che con pochissima spesa si possono nettare, e sono più adattate all' intento, e come tali considerate, quando si fece la bonificazione in tempo del sig. Cardinal Gaetano.

Circa il quarto: rispetto alla prima parte, concernente gli effetti

della linea progettata, si risponde, che non si sa vedere altro buon effetto, che quello di liberare le valli di Marrara, e terreni adiacenti dalle acque alle quali sono presentemente soggetti, ma tale vantaggio viene ad essere bilanciato da tante pessime conseguenze, che non merita di essere quasi considerato.

Primo, si dubita ragionevolmente della caduta, che possa avere la Samoggia, Lavino ec. sul fondo di Reno presente, e la ragione di dubitare si è, che per una più breve linea si portano i fiumi predetti dalla via Emilia in Reno, di quello che faccia il Reno dal suo ponte allo sbocco della Samoggia. Quindi non ostante che la caduta de' primi sia maggiore di quella del secondo, la brevità però della linea può operare, che eguale sia la somma delle cadute d' entrambi, e per conseguenza l' uno e l' altro letto riescano orizzontali. Il che succedendo, siccome i fiumi Lavino, Samoggia ec. corrono in ghiaia, per lungo tratto all' ingiù, considerabile dovrebbe essere la caduta dal ponte della Samoggia al Trebbo, e non essendovi dovrebbe acquistarsi col necessario alzamento del fondo. Quando ciò succedesse, ecco rovinato lo scolo alle campagne superiori, costituite in manifesto pericolo per cagione delle rotte, e le superiori e le inferiori, e rovinato tutto il paese.

Secondo, con l' accrescimento dell' acque della Samoggia, e del Lavino al Trebbo, le ghiaie, che ora quivi si fermano, si protraerebbero più oltre, e per tutto questo tratto si leverebbe la rettitudine alla linea, come si è dimostrato in altra occasione, cagionando corrosioni d' argini, e impossibilità a mantenere tale inalveazione.

Terzo, la navigazione da Bologna a Ferrara sarebbe interamente perduta, non credendo noi nè fattibile, nè manutenibile, nè riparabile, nè sufficiente il ponte canale proposto per mantenerla.

Quarto, stimando noi assolutamente impossibile fare l' inalveazione proposta dal Trebbo alla Riccardina, senza argini, stante la caduta della campagna, maggiore di quella, che mai possa avere la cadente del fiume, verrà ad essere tolta ai fondi superiori la libertà presente di scolo, dovuta loro per ogni titolo legale e politico.

Quinto, resterà intersecata la Ghisiliera, e la Zena, due canali d' acque vive, che servono a diversi mulini costituiti sotto della linea.

Sesto, si taglierà sul Bolognese una lingua di 32. in 33. miglia di lunghezza, manumettendo i terreni migliori, e i più atti a produrre le canape, che sono non piccola dote del Bolognese.

Settimo, saranno soggetti alle rotte terreni, che ora ne sono affatto esenti, come anco a corrosioni di ripe, e a tutte le altre soggezioni che porta seco la vicinanza de' fiumi.

Ottavo, abbenchè non si sappia la situazione precisa della linea proposta, nondimeno, attesa la frequenza delle case, e palazzi, che si

trovano in tutto quel tratto, si stima impossibile, che non entrassero nel cavo gran numero di esse, e se nella linea Gaetana, tirata per una campagna di gran lunga meno abitata della Bolognese, le fabbriche sole furono stimate importare sopra 100. mila scudi, si può ben credere, che attesa la maggior lunghezza della linea, e la miglior condizione delle fabbriche, la spesa sola di esse dovesse ascendere a molto più.

Nono, si taglierebbe gran numero di strade, e fra queste cinque maestre, cioè, la via di S. Giovanni, delle Lame, di Galiera, della Mascherella, e di S. Donato, ed abbenchè per queste si potessero fabbricare altrettanti ponti, per l'altre però sarebbe considerabile il pregiudizio.

Decimo, dovendo slargarsi considerabilmente l'Idice, resterebbero demoliti i borghi della Mezzolara, e Casoni colle loro chiese, oltre tutte le case delle possessioni, che per trovarsi la strada sulle restare del fiume sono tutte situate in poca distanza dagli argini.

Undecimo, si accrescerebbe il pericolo, e il danno delle rotte agli interessati dell' una, e dell' altra parte del detto fiume, e succedendo non sarebbero dell' Idice solo, ma di esso, di Savena, di Reno, del Lavino, e della Samoggia uniti, anzi non avendo a sinistra luogo dove sfogarsi, partorirebbero danni inauditi, col precipizio totale delle ville di Diolo, Barisella, Corniolo, Minerbio, S. Martino de' Manzuoli ec. gli abitatori delle quali, e di tutto il resto delle circonvicine campagne, si potrebbero dire in tal caso interamente perduti.

Duodecimo, non si avrebbe la bonificazione pretesa, prima per cagione delle chiaviche, come si è detto di sopra nell' esame del terzo articolo, e in oltre perchè sull' alveo presente dell' Idice, non potendo sboccare i condotti dell' acque piovane, neppure vi potrebbero aver esito, introdotto che fosse in Primaro, o al Traghetto, o in altro luogo, dovendo necessariamente fare per tutto la presente elevazione.

Decimoterzo, si lascia a' signori Ferraresi, e Romagnoli, come anco alla Camera Apostolica il considerare gli utili, o danni, che loro fossero per provenire, bastando a noi di avere leggermente toccati i maggiori di quelli, che patirebbe da tal linea il nostro contado.

Rispetto alla spesa non sappiamo che dire accertatamente, come incapaci di saper determinare le larghezze, e profondità dell' alveo, e l' altezza degli argini in tutte le sue parti, le misure delle fabbrice proposte, e necessarie ec. e come privi d' altre notizie de' luoghi per li quali passa la linea, e della situazione del piano di campagna. Ad effetto però di levare gli equivoci che potessero farsi, si avverte, che al lungo dell' Idice vi sono due pubbliche strade sulle

restare, che ragionevolmente dovrebbero mantenersi; che la restata a destra, appena basta in molti luoghi per l'Idine solo, e perciò dovrebbe accrescersi a sufficienza; che tutto l'argine, e restara a sinistra dovrebbe disfarsi, valendosi della terra per rinforzo, e alzamento della parte destra; che perciò dovrebbe formarsi un altro argine a sinistra colle sue restare d'avanti, alte in maniera da potar servire di strada; che vanno messi in conto i cinque ponti per le strade maestre intersecate, e studiata la maniera di riparare all'altre, o col mandarle a terminare nelle maestre, o con la provvista di altri ponti; che il prezzo de' terreni particolarmente tra il Trebbo, e la Riccardina è grandissimo, e tanto, che in molti luoghi ascende a 150. scudi la tornatura. Dalle quali considerazioni tutte, a noi pare di poter credere, che la spesa della inalveazione dalla Samoggia solamente fino al Traghetto possa ascendere a due milioni di scudi, e forse più, anco sulla proporzione del calcolato nella linea de' signori Ferraresi, la cui lunghezza era di miglia 55, e di questa è miglia 32.

La spesa poi necessaria dal Traghetto al mare non si può in veruna maniera conghietturare, non sapendosi se i fiumi inferiori vadano divertiti, o lasciati nel luogo dove ora si trovano, oppure come da noi si crede necessario, restituiti nei loro alvei antichi, se l'alveo di Primaro debba alargarsi, se gli argini a destra vadano alti come i sinistri, oppure se gli uni, o gli altri debbano alzarsi, o piuttosto abbiano quelli a farsi più deboli, come si vede proposto, non si sa con qual ragione ec.

SCRITTURA XLI.

DELLA LINEA DEL PO DI PRIMARO.

Intorno ai medesimi quattro articoli esposti nell' antecedente scrittura, disconvenendosi dai Ferraresi in molte cose dal sentimento dell' autore, fu egli obbligato a fare le seguenti annotazioni ad un foglio, che essi sopra ciò avevano esibito.

I signori Ferraresi convengono con noi, che il cavo del Duca nelle parti inferiori non siasi interrito rispetto alla sabbia, ma solo che l'interrimento succedutovi sia puro limo, che vale a dire di materia sottile, la quale esposta all'aria, ed al sole (come succede ogni anno quando al mancare dell'acque si asciuga in molti luoghi il preaccennato cavo) contrae considerabile tenacità. Tale materia però non si depone, che a forza di una totale stagnazione, nè si indurisce che a forza di sole o di aria calda, con privazione di umido, e di ogni altra eterogenea materia.

Quindi apparisce la risposta a ciò che hanno replicato i signori Ferraresi, perchè le deposizioni che fosse per fare il Reno nelle ghiaie del Po non potrebbero mai essere di tal limo, ma di sola sabbia, che non si unisce, ed il limo tutto sarebbe portato via dalla corrente per piccola che fosse, abbenchè nel Po in qualunque stato non sia mai da immaginarsi lentezza di corso. La facoltà di portare limo sottile non è privilegio del solo Reno, ma comune a tutti gli altri fiumi, e pure nell' alveo del Po, anzi in quello dello stesso Reno, non si osservano mai deposizioni della qualità osservata nel cavo del Duca.

Anche noi di buona voglia concorriamo co' signori Ferraresi in rimettere al giudizio finissimo dell' EE. VV. se sia fattibile, conservabile, riparabile, idoneo, o no il ponte canale proposto per far passare le acque del Reno sopra il canale naviglio; ma ci maravigliamo bene che essi ciò non ostante procurino di persuadere all' EE. VV. il loro sentimento, con mezzi poco adattati. L' addurre esempj di chiaviche, di erogatorj, di chiuse, ec. è un passare con manifesto paralogismo *a genere ad genus*. Qui si tratta di un ponte canale, che dee servire pel Reno, che vale a dire per un fiume largo almeno 200. piedi, ed alto nelle sue piene 9, in 10; e sebbene viene portato l'esempio de' due fiumi della Germania, bisogna però che non sieno equiparabili al Reno, ed ugualmente potevano addursi quelli di Ravenne, e della Dozza, che si hanno in poca distanza, ma non vale la conseguenza dal piccolo al grande. E abbenchè si asserisca da essi che *magis, et minus non variant speciem*, ciò non si applica al caso, perchè noi non siamo mai per pretendere, che un ponte canale grande, ed uno piccolo sieno differenti di specie, bensì asseriamo, che una fabbrica è fattibile, e manutenibile in una mole moderata, che non lo può essere in tutte le grandezze. Potrebbe, secondo quello che qui pretendono i signori Ferraresi, crescersi all' infinito nella costruzione de' vascelli, nell' altezza delle torri, nella statura degli animali, ec. E pure viene dimostrato il contrario dal Galileo ne' suoi dialoghi delle nuove scienze, e dal Terillo nel libro *de termino magnitudinis, et virium in animalibus*.

Qualunque poi fosse la caduta della crepatura degli archi delle chiaviche Paoline, ciò però non toglie che non fossero defraudati i popoli dalla speranza concepita di vederne l' effetto, e che non merita di esser considerato l' esempio delle intraprese troppo ardite degli architetti. Il Fontana al certo credette di fare il fondamento idoneo a quelle chiaviche, e pure restò ingannato ed egli, e gli altri. Lo stesso succedette agli architetti de' Duchi di Ferrara, e non mancano esempi di simil sorta nella storia antica, e moderna. Gli uomini sono soggetti ad errare, e più facili sono gli errori dove meno frequenti sono le occasioni di correggerli, e facilissimi quando nello

stabilir le misure agli edifizi non si sa la forza degli agenti che si hanno da avere per contrari. L' arte può esser perfetta, ma l' applicazione delle regole di essa alla materia toglie molto alla presunta perfezione. Anche Archimede insegnò con qualunque forza potersi muovere qualunque peso, ma se alcuno sul fondamento di tale verissima proposizione volesse tentare il trasporto d' una città, non meriterebbe nè l' ammirazione, nè gli applausi di alcuno. Se nella fabbrica di questo ponte canale trascorresse alcun errore, o per difetto d' arte o di materia, o per poco adattata applicazione di regole, come sarebbe egli corrigibile? Con qual arte renderebbesi salvo il territorio di Bologna da una totale desolazione?

Si mostrino un poco ora le fabbriche accennate da' signori Ferraresi fatte da' Re d' Egitto, e di Persia, e allora crederemo che il ponte canale sia per riuscire, come si presume di eterna durata. Nè si dica esserne seguita la rovina per mancanza di applicazione in conservarle, poichè non è credibile, che edifizi cotanto utili sieno stati trasandati sino all' intiera loro rovina.

Potrebbero allegarsi diversi accidenti irreparabili, soliti a succedere nel mondo, ma chi assicura che tali non possano succedere anche nel caso nostro? Quante fabbriche sono squarciate da' fulmini, scrollate da' terremoti, ed abbattute dall' incursione di truppe nemiche? Sono pochi anni che il ponte del Senio tra Faenza, e Castel Bolognese, restò dal terremoto così maltratto, che se avesse avuto a correrví sopra un fiume sarebbe stata evidente la di lui totale rovina. La chiusa di Casalecchio corre voce che fosse abbattuta dall' esercito di Borbone quando nel secolo scorso passò per andare all' assedio di Roma, e se non fosse stato possibile il rifarla, la nostra città sarebbe priva di tutti que' benefizi, che dall' introduzione del canale si provano.

Che poi la natura possa essere forzata dall' arte, è proposizione assai nuova, mentre nelle scuole de' filosofi viene limitata l' energia dell' arte all' applicare *activa passivis*, e si fa sì che l' arte allora si rende più maravigliosa, che non trova contrasto dalla natura, ma quando l' incontra conviene che l' arte a lungo andare soccomba. Allora si imita la natura quando con l' introdurre le disposizioni necessarie si fa che ella medesima concorra all' operazione di buona voglia; ma nel nostro caso, che disposizioni si inducono, le quali allettino l' acqua a non tentare la distruzione del Ponte canale? Quali, perchè le altre cause esteriori non operino? Qual difesa si frappone per assicurarla da mille non pensati accidenti? Insegnino i signori Ferraresi il modo di rifarlo ogni volta che venga distrutto, e allora crederassi eterno; se non con una sola costruzione, almeno colle replicate riparazioni.

Che se il non negligere le opere manufatte, secondo il parere de'

signori Ferraresi, le rende eterne, eterni dunque saranno gli argini del Po, e costrutti che sieno una volta i necessari per introdurre il Reno, secondo la linea da noi proposta, in Panaro, basterà, e sarà facile il conservarli, e così si torranno di mezzo tutti i timori che hanno i signori Ferraresi in quel sito, e negli altri. E tanto più rendesi facile il conservare le arginature, quanto che il terreno non si invecchia, nè marcisce, quanto che la materia per riparare gli argini è sempre in pronto, e sull' istesso luogo dove si dee adoperare, e quanto che è facile l' operazione, e di breve tempo, e può farsi in ogni occasione, anco quando maggiore è il pericolo; laddove nel ponte canale la materia che si adopererebbe, cioè a dire mattoni, e calce, col tempo si consumano, si logorano, e si marciscono, particolarmente in luoghi dove l' umido, il secco, ed il gelo con reciproche alternazioni congiurerebbero alla distruzione. La materia sarebbe lontana dal luogo, nè si potrebbe porre in opera in tutte le stagioni, ed occorrenze, e quando maggiore ne fosse il bisogno, impossibile sarebbe il rimedio, cose tutte, che difficultano la conservazione.

Del resto noi non pretendiamo che la nostra chiusa di Casalecchio sia per essere eterna. Il continuo logoramento che ella patisce, non ostante il gran danaro che vi si consuma per mantenerla, pur troppo ce ne fa dubitare. Buon per noi che abbiamo il comodo di sei gran porte per fare smaltire l' acqua di Reno, ed in ogni caso ella è così larga, che a scaricarla tutta basta una sola parte di essa. Ciò è stato il mezzo della di lei costruzione, e bisognerebbe praticarlo nella ristaurazione, o riedificazione.

Le variazioni poi asserite del Po corroborano la nostra intenzione, e se niuna arte umana ha potuto impedire che non seguano, con quale scienza potrà prepararsi un ponte canale pel passaggio dell' acque del Reno, come se questo dovesse sempre mantenere per quel sito il suo corso durante tutta l' eternità?

Suggeriscono i signori Ferraresi, che sebbene il continuo corso consuma, il rimedio però è di rimettere la fabbrica a proporzione del consumo. Qui bisognerebbe riflettere cogli architetti la poco buona lega che fa insieme il vecchio col nuovo, e di quanto deterior condizione in ordine alla durata si rendano le fabbriche di tal sorta, e per individuare sull' esempio addotto della chiusa di Casalecchio, manifestamente si conosce quanto poco in essa giovino i ristori che vi si fanno per rimedio delle corrosioni fattevi dall' acqua, e di quanto maggior utile sia il procurar d' impedirle co' tavolati. Il gelo poi l' inverno, specialmente ne' luoghi dove per la continua umettazione, ed il peso dell' acqua si insinua l' umido alle parti interne dell' edifizio, cagiona spaventose crepature ne' muri, e ne' volti, le quali potrebbero intieramente rovinarla.

Del resto sull' Ferrarese non si veggono ponti canali della natura del proposto in questa occasione, poichè non si trova che qualche botte sotterranea sepolta nel terreno; non mai un volto che debba portare un fiume come il Reno per aria: sul Bolognese si vede bene il ponte canale pel Ravone, ma questo di quando in quando ha bisogno di risarcimento per le addotte cagioni. Si osservino i ponti de' fiumi, e pochissimi si troveranno in sito che non abbiano le sponde di sasso che gli imbocchino. Bene spesso succede che si trovino intersecate le strade per opera d' una sola piena, come più volte è succeduto alla via Emilia in vicinanza del Ponte di Reno, e quest' anno stesso alla via Flaminia nella parte orientale dell' Idice dove ha bisognato costruire un muro per difesa di essa, e per obbligare il fiume, dopo costeggiatolo a passar sotto il ponte, e Dio sa se gioverà. In somma l' arte non arriva tant' oltre da assicurarsi di tutti gli accidenti, e carissima ci sarebbe la notizia di quella di riparare il fondo di questo ponte canale in caso di rottura, giacchè si confessa non impossibile.

Passando ad altro non vi è bisogno di livellazione, dove è evidente il difetto della caduta, e se nell' ultimo foglio fu da noi detto di solamente dubitarne, ora assolutamente affermiamo essere difettosa la caduta della Samoggia al Trebbo di tanto quanto è quella dal Trebbo allo sbocco della Samoggia in Reno.

Che i fiumi quanto sono maggiori, tanto meno frequenti abbiano i serpeggiamenti, e le corrosioni, è vero, ma queste sono altrettanto più pericolose, e più difficili ad impedirsi, e rimediarsi. Osservisi il Po, e poi si giudichi della verità, ec.

ESAME DEL QUARTO PROGETTO.

CIOÈ DELL' INTRODUZIONE DEL RENO NEL PO DI VOLANO.

SCRITTURA XLII.

Passatosi a discorrere ne' congressi della linea di diversione del Reno in Po di Volano il Guglielmini aveva data sopra ciò la seguente scrittura preliminare, confidandola ai due Cardinali, e l' aveva anco antecedentemente inviata a Parigi al signor Gio. Domenico Cassini, che bramava d' essere istrutto de' fatti e delle ragioni in tal materia.

Quando si ha avuto discorso d' inalveare in Volano il Reno, è stato appoggiato il pensiero di chi l' ha creduto fattibile a tre punti principali, cioè; primo, al non essere tale operazione cosa nuova, comecchè questo fiume vi correva per l' innanzi sino al 1604; secondo, alla facilità con che si potrebbe eseguire, lasciandola correre

presso l' alveo vecchio nel Po di Ferrara, e quindi alla punta di San Giorgio, dove intestando l' alveo di Primaro, si sarebbe spinto facilmente in Volano; e terzo, ai molti vantaggi e di navigazione, e d' altro, che se ne sarebbero potuti sperare.

A questi motivi, portati da monsignor Corsini nella sua relazione fatta l' anno 1625. fu dal medesimo aggiustatissimamente risposto come in *Somm. num.* 1; anzi quanto alle ragioni ivi considerate, ebbero la forza di persuadere quel degno, e dotto Prelato a risolvere di non tentarlo con tanta incertezza d' esito, e pericolo così grande *Somm. num.* a; e tanto basterebbe a' Bolognesi di addurre per esame di questa sempre posta in tavoliere, e non mai abbracciata risoluzione; ma per render maggiormente paghe della loro ubbidienza l' Eminenze Vostre, si danno a fare sopra la detta proposizione le seguenti riflessioni.

La caduta di Reno dalla chiesuola di Vigarano sino al pelo basso del mare, è asserta nella predetta relazione p. 26. 5. 6, nè si sa su quale fondamento di misure, non portando tal somma quelle, che sono notate nella visita. Egli è ben vero, che l' operazioni fatte fare dall' EE. VV. in quest' ultima visita, non danno che p. 24. 10. 0; aggiungendovi p. 8. per le ragioni espresse nel foglio delle cadute di già esibito, somma la caduta nel fondo di Reno all' intestatura di Vigarano sopra il pelo basso del mare piedi 32. 10. 0, e la distanza da' detti due punti si calcola miglia 70. Se questa caduta sia sufficiente in tal lunghezza, sia giudizio degl' Ingegneri più pratici, che per li fiumi della qualità di Reno ricercano, ad effetto che non si depongano le torbide, once 16. di caduta per miglio, che in miglia 70. importerebbe piedi 93. once 4: ne mancherebbono adunque piedi 60. 6. 0. secondo tale supposizione; ma regolandosi secondo quello che s' è trovato ultimamente di caduta, in Reno dallo sbocco della Samoggia sino a Mirabello, cioè a ragione di once 13. per miglio di Bologna, essendochè miglia 70. di Ferrara non fanno che miglia 50. di Bologna; nulladimeno vi sarebbero necessari da Vigarano al mare piedi 54. once 4. di caduta; e pure non ne abbiamo che 32. 10. 0, e ne mancherebbero piedi 21. 6. 0, e tale difetto di caduta dovrebbe acquistarsi con alzamento di fondo nella maniera, che più a basso si dirà.

Per assodar meglio questa proposizione, bisogna riflettere, che i fiumi portano seco tre sorte di materia, cioè sassi, sabbia, e lezza, o sia terra sottilissima. I sassi non s' incorporano nell' acqua, ma sono spinti dall' acqua nel correre che fa con gran pendenza; ordinariamente però poco s' avanzano fuori delle foci delle montagne, e solo tant' oltre, quanto li obbliga la pendenza dell' alveo, e la quantità dell' acqua, essendo la prima assolutamente necessaria, comecchè la

copia dell'acqua sola, senza l'inclinazione del piano, non è capace a smuoverli; e perciò si vede, che i fiumi reali, quando corrono o senza, o con poca pendenza, non hanno mai nel suo alveo materia sassosa o ghiaiosa. S'unisce bene, o per dir meglio, si confonde con l'acqua la sabbia, e la lezza, le quali, come materie pesanti, non v'è chi non sappia non poter essere sostentate da un fluido più leggero, senza un'agitazione, o un moto di parti, che nell'acqua corrente non è altro che la velocità; ed è determinato in natura, benchè a noi non affatto noto, il grado di essa sufficiente a sostenere sollevata nell'acqua la sabbia, e la lezza; quindi altra velocità è necessaria per sostentare la sabbia grossa, altra per la più minuta, ed altra per la lezza; e secondo che si diminuisce il peso, e la mole delle materie, altrettanto minore velocità è sufficiente per non lasciar deporre; perciò dall'istesso principio dipendere la velocità dell'acque correnti, ed il sostentamento delle materie mischiate con esse. Che il principio del moto nell'acque correnti sia la gravità; che questa abbia per cause coadiuvanti, o meno impedienti la declività degli alvei, ed a cagione della propria fluidità anche l'altezza dell'acqua, non v'è chi lo neghi; e si può provare dimostrativamente, anzi con l'esperienze oculari, che l'una, e l'altra di queste concause subentrano vicendevolmente, secondo che l'una, o l'altra è di maggiore energia; anzi vediamo portarsi la sabbia dall'acqua del Po sino alle spiagge del mare, non ostante la poca pendenza del di lui fondo; ed al contrario il Reno depone la propria, benchè provveduto di molto maggiore caduta. Quindi nasce, che le cadute necessarie, benchè non si deponga negli alvei de' fiumi la torbida, non cadono sotto una regola generale di tante once per miglio, come pare che sinora si sieno regolati i Periti; poichè i fiumi ugualmente torbidi, che hanno minore altezza di acqua, nelle piene hanno bisogno di maggior caduta, ed al contrario; il che costantemente si riscontra in tutti i torrenti almeno di questi contorni. La più certa fra tutte le regole per determinare ciò, è la misura delle cadute degli alvei, che hanno stabilito il suo fondo; perchè dall'istessa natura s'impara qual sorta di pendenza sia necessaria in un fiume, quale in un altro. Mentre adunque l'esperienza ci fa conoscere, che il Reno, dopo aver ricettate l'acque della Samoggia, vuole once 13. di caduta per miglio, e da lì in giù non può ricevere altre acque, dovendo scorrere per Volano; a me pare evidente, che questa almeno debba essergli necessaria quasi sino al suo sbocco, e dico quasi, a cagione delle seguenti considerazioni.

È stato, ed è sentimento di molti, che i fiumi nel giungere in sito dove arriva il flusso del mare, non abbiano bisogno di veruna caduta, o almeno di molto minore dell'antecedente. Tale sentenza è

stata fondata sul moto continuo del mare, che non lascia mai quietar l'acqua, e per conseguenza gl'impedisce di deporre, e sull'osservazione immediata, che non sì facilmente s' interriscono quegli alvei in tal distanza dal mare, come nella maggiore; che perciò monsignor Corsini nella sua relazione disse, in sentenza degli Assertori della proposizione di Volano, che la caduta presente di Reno di piedi 26. 5. 6. sarebbe bastata sino a capo di Goro, dove trovando il flusso, e riflusso del mare si sarebbe poi mantenuto l'alveo. Io non voglio negare, che tale opinione non sia vera in qualche parte; ma troppo grand' errore sarebbe il lasciarsi ingannare dalla di lei apparenza; perchè se ho da considerare gli esempi, io vedo che il Lamone rivoltato che fu al mare, ha interrito, ed elevato il proprio fondo in maniera, che in questa visita s' è trovato avere dal Ponte di S. Alberto al mare piedi 6. 2. 6. di caduta; e pure non v'è tanta distanza, che non potesse arrivarvi il rigurgito del mare, come in realtà bisognava s' estendesse anco più in su nel tempo che il detto fiume fu divertito dal Po di Primaro; se adunque il flusso, e riflusso non è stato bastante ad impedire gl' interrimenti al Lamone, come lo sarà a mantenere il fondo al Reno in distanza dal mare di circa 12. miglia, quante si contano da capo di Goro sino al porto di Volano? Questo fiume non è già per esempio unico di questo fatto, poichè lo stesso s' osserva ne' due fiumi Ronco, e Montone, nel Savio, ed in quant' altri torrenti sboccano al mare immediatamente, per l' alveo de' quali poco all' insù s' avanza il gonfiamento delle maree; anzi molti piccoli torrentelli, perchè troppo insuperbiti in volere da se portare il proprio tributo al mare, ne sono rigettati con gl' interrimenti delle loro foci cagionate da' flussi marini.

Egli è però vero, che ogni volta che i fiumi i quali sboccano in mare, possano da se medesimi tenersi aperto lo sbocco nella spiaggia, e comunicare le proprie acque col pelo del mare, tanto basta per fare, che dal sito, dove si risentono gli alzamenti delle maree in giù, resti il fondo un poco più escavato, che al di sopra, e si mantenga con minore pendenza. La ragione si è, che nel flusso del mare dovendo il fiume appoggiarsi sopra d' un pelo d'acqua più alto, è altresì esso necessitato ad elevarsi di superficie, per cagionare a se medesimo la velocità dovuta allo scarico delle proprie acque. Quindi nel riflusso, come più alto di corpo, corre con maggior velocità, di quello, che farebbe, se il pelo del mare fosse sempre equilibrato all' istesso orizzonte; e perciò dipendendo lo scavamento dalla velocità, viene il fondo ad essere più profondato, e per conseguenza di minore pendenza; e questa è la causa, per la quale tutti i fiumi dal sito, dove risentono il mare, mutano cadente, facendosela meno declive.

Aggiungo, che dovendo sboccare l'acqua del fiume, non sopra la superficie del mare, come alcuno si crede, ma bensì tutta sotto della medesima, non bisogna regolare la pendenza dell'alveo sopra il pelo del mare; ma tanto più basso, quanto importa l'altezza della sezione, che dee occupare nello sbocco, ed in tempo delle sue piene maggiori; che però nel nostro caso alla caduta di piedi 32. 10. 0, se ne potrebbero senza scrupolo veruno aggiungere quattro piedi, in maniera, che la caduta del fondo fosse 36. 10. 0, e sminuire di altrettanto la necessaria pendenza sopraddetta di piedi 54. once 4, in maniera che restasse piedi 50. once 4; ma non ostante ne mancherebbero anche piedi 13. 6. 0, che tutto ridonderebbe in eguale alzamento di fondo a Vigarano; e poco minore sarebbe in dirittura della città di Ferrara, per salvezza della quale, se monsignor Corsini cotanto temeva dall'intermissione di Reno in Volano, sul supposto, che l'alveo di questo non fosse per intenrirsi, quanto maggiormente dovrassi dubitare di sommersione, quando per l'accennata ragione dovesse il di lui fondo elevarsi sopra il piano della città predetta! È poi facile il dedurre la difficoltà di mantenere gli argini ad una elevazione assai strana, che in molti luoghi è sopra 35. piedi dal piano delle campagne; l'impossibilità di ripigliare le rotte, quando succedessero; le sorgive che darebbe un fiume così elevato di fondo alle campagne adiacienti; gl'impedimenti degli scoli, che da capo di Goro in giù in oggi vi hanno l'esito dentro; l'inutilità che succederebbe delle montate da pesce; il pericolo della città, e valli di Comacchio, e de' Polesini di S. Giorgio, e Ferrara: oltrechè resterebbero inutili i tre sostegni fabbricativi ultimamente con gran spesa, e Dio sa in che stato si ridducesse la navigazione presente di Volano, ed il di lui porto, che adesso è il migliore del Ferrarese, dovendosi piuttosto fare ogni sforzo per mantenerla e questa, e quella, come di utile, ed onorevolezza considerabile agli Stati della Santa Sede.

Tralasciandosi per ora di considerare la spesa e presente, e futura, necessaria per eseguire, ed assicurare tale proposta, dipendendo essa da misure esatte de' fondi, ed escavazione presente, ed altezza degli argini del Po di Volano per tutta la sua lunghezza; non si lascia però di considerarla assai grande, e senza dubbio maggior di quello che a prima vista fosse considerata.

Egli è ben vero, che le valli di Marrara quasi tutte si bonificherebbero; che quelle di Marmorta, e l'altre inferiori in parte resterebbero all'asciutto, ed in parte sollevate dal gran carico dell'acque presenti, e che in fine si metterebbero in salvo tutti gli scoli da Reno al Lamone; ma non pretendono i Bolognesi, veri, e divoti sudditi di Santa Chiesa, comprare a prezzo così caro della rovina

del territorio di Ferrara la propria salvezza, e quando anche, il che non credono, e non crederanno mai, fossero condannati dall' Eminenze Vostre a perpetuarsi nelle miserie, nelle quali ora si trovano, liquidate dall' oculari inspezioni di tanto paese del loro territorio, pochi anni fa fruttifero, ora inondato, e reso wallivo, desidereranno d' aspettarne un giusto sollievo dalla natura medesima, che non potrà eternamente durare nella presente violenza, piuttostochè di consigliar mai alcuna proposizione, che non possa essere d' universale vantaggio e di gloria dell' Eminenze Vostre.

SCRITTURA XLIII.

DELLA LINEA DEL PO DI VOLANO.

Furono in primo luogo posti sotto l' esame i seguenti articoli:

I. Se il Reno messo in Volano vi avrà sufficiente caduta fino al mare.

II. Per qual causa il Po di Lombardia abbandonasse affatto il Po di Ferrara.

III. Quali effetti produsse il Panaro quando fu introdotto in Volano, e quanto tempo vi camminasse.

IV. Se l' alveo presente di Volano sia proporzionato, o come si possa proporzionare alle acque del Reno.

Ai quali l' autore soddisfece con questa scrittura.

Circa il primo: se si tratta d' introdurre solo il Reno in Volano, già si è detto nella scrittura generale sopra le tre proposizioni essere la caduta di esso difettosissima, come quella, che dalla punta di San Giorgio al mare, non è maggiore di piedi 18, in lunghezza di 50, e più miglia, che viene ad essere di once 4. in circa per miglio.

Se poi si trattasse di unirvi acque maggiori, il che i signori Ferraresi nei passati congressi presumerono potere facilmente ottenersi, e tali da spingere al mare, non solo le torbide del Reno, ma di più quelle di tutti gli altri fiumi inferiori, possiamo ben credere, che la caduta abbenchè poca potrebbe essere sufficiente.

Se ci sarà dunque fatto costare il modo d' introdurvi la quantità d' acqua desiderata, e necessaria, allora non mancheremo di aggiugnere quel di più che la natura o del fatto, o del supposto ci potrà suggerire.

Circa il secondo: per indagare le cause degli effetti naturali, è regola comune appresso i filosofi doversi osservare minutamente tutte le circostanze. Quindi è, che per rinvenire la cagione dell' abbandono del Po di Ferrara, sarebbe stata necessaria l' osservazione di esso

per tutto il tratto intermedio dalla rotta di Siccardo fino al principio del cadente secolo, notando con qual proporzione il ramo di Venezia andasse allargandosi, e profondandosi, e per conseguenza interrendosi, e ristringendosi quello di Ferrara. Ma perchè i nostri antichi, non prevedendo le presenti necessità, hanno tralasciato di prendersi la pena di trasmettercene le memorie, siamo obbligati a discorrere di questa materia sopra generali principj.

Pensiamo perciò, che essendo succeduta la detta rotta nel duodecimo secolo, in tempo che l'Italia era vessata da mille turbolenze, e non ancora stabiliti i dominj, fossero trascurate sul bel principio le diligenze necessarie per turarla, e per restituire l'acqua al suo corso primiero. E perchè l'acqua ove ha facile l'esito ivi cresce di velocità, ne seguì che di giorno in giorno si profondasse, e facilitasse la strada, coadiuvando tale effetto la dilatazione, che trovava in diverse valli, parti dell'antica Padusa, o dei sette mari, de' quali anche oggi restano i nomi, cioè di Vallunna, di Lagoscuro ec.

Non essendo pertanto eguali le condizioni per una strada, e per l'altra, ma più vantaggiose per quella di Venezia, attesa la predetta più facile dilatazione, la linea più breve, e l'esito più felice, ed accresciutosi lo svantaggio per la parte de' rami di Volano, e Primaro per la fabbrica degli argini di Comacchio, cominciò a poco a poco a sconcertarsi l'equilibrio, e ad assorbirsi nel ramo di Venezia gran parte dell'acqua del Po, e per conseguenza a mancare in quello di Ferrara. Quindi a proporzione della mancanza dell'acqua dovette necessariamente seguire l'alzamento del fondo, effetto che non fu osservato se non dopo che si fu avanzato a segno d'impedire la navigazione, il che essendo seguito dopo di essere stato sboccato il Reno nel Po alla rotta di Madonna Silvia, diede occasione di accusarne questo per reo, abbenchè con ogni giustizia meritasse di essere dichiarato innocente.

È stato adunque lo sconcerto dell'equilibrio, non le torbide del Reno la causa efficiente della rivolta di tutto il Po grande nel ramo di Venezia.

Circa il terzo: quando i signori Ferraresi ottennero per Breve di Papa Paolo V. di fare scorrere le acque di Panaro in Volano, ebbero fra le altre anco l'intenzione di fare una prova come sarebbe riuscita l'introduzione del Po nel ramo di Ferrara, ma l'esperienza ebbe effetto contrario ai loro sentimenti, perchè trovando il Panaro un alveo manchevole di caduta, si elevò così l'acqua, che i signori Ferraresi furono obbligati di tagliarlo alle prime piene nella Sanmartina, se pure anche questo non ebbero in animo, come a quel tempo fu dubitato, per ottenere tanto più presto la di lei desiderata bonificazione. I Bolognesi, che si viddero oppressi anco dall'acque

di questo fiume, portarono i loro reclami alla Santa Sede, e ne ottennero per mezzo del sig. Cardinale Capponi la rimozione, dopo lo spazio di circa 20. mesi. Essiccato l' alveo del Po di Ferrara, e di Volano, fu riscontrato nella visita Corsini molto differente dallo stato al quale era prima ridotta coll' escavazione, ed elevato sino a 5. piedi nel cavo Serra, e in tutte le altre parti alterate, come dalla lettura della visita predetta in più luoghi apparisce.

Circa il quarto: se l' alveo di Volano non fu proporzionato alle acque di Panaro, con egual ragione si può credere che meno lo sia o possa essere per l' acque del Reno, essendo poco differenti dell' uno e dell' altro le condizioni, nè l' escavazione, o dilatazione può renderlo tale, trattandosi non di acqua chiara, ma torbida che riempie i fondi soverchiamente escavati, e ristringe le ampiezze sproporzionate. La sola altezza degli argini può adattare l' alveo, ma ragionevolmente si teme tanto grande da non proporsi senza incorrer la taccia di poco amatori del bene comune.

SCRITTURA XLIV.

DELLA LINEA DEL PO DI PRIMARO.

In seguito di ciò si proposero tre altri articoli concernenti la medesima linea, a' quali l' autore rispose colla seguente scrittura, e furono,

I. Se il Porto, e la navigazione di Volano resterebbero dannificati per l' introduzione di Reno.

II. Se gli scoli che al presente vi vanno, riceverebbero pregiudizio, e se convengono introdurvi quelli del Polesine di S. Giorgio, e di Ferrara.

III. Quali effetti proverrebbero alle tre provincie da tale introduzione, e quale sarebbe la spesa.

Circa il primo: il porto di Volano nello stato presente è stimato da' signori Ferraresi così buono, che difficilmente sia credibile, che l' introduzione nè meno del Po grande potesse renderlo migliore. La navigazione però è confessata per infelice, talmentechè non serva che pochi mesi dell' inverno. Introdottovi il Reno accompagnato dall' acque chiare messe a capitale da' signori Ferraresi ne' passati congressi, se non migliorerebbe il Porto, si ridurrebbe per la navigazione in istato lodevole, e ciò è tanto chiaro, che crediamo di non avere sopra questo particolare contradittori. Ma quando si trattasse d' introdurvi il Reno solo, abbiamo gran dubbio che la navigazione almeno

per lungo tratto potesse essere pregiudicata, attesa la temporaneità delle di lui acque.

Circa il secondo: gli scoli che al presente sboccano in Volano, o spettano al Polesine di S. Giorgio, o a quello di Ferrara, essendo stati voltati in quest' alveo ultimamente almeno i maggiori per avere, dicono, perduta la caduta questi al mare, e quelli nelle valli di Comacchio. Quando per l' introduzione di qualche fiume fossero per essere pregiudicati i detti scoli, potrebbero rimettersi ai luoghi primieri, e trovare altri rimedi alla perdita della caduta, che non ne mancano. Ma quando regolate le acque delle tre provincie restasse l' alveo di Volano esente dall' acque torbide, è certo che in esse si potrebbero voltare molte altre acque degli scoli dell' uno, e dell' altro Polesine, particolarmente del Canal bianco, di cui è nota la caduta sopra il canale di Goro, siccome la facilità con la quale si potrebbe questo munire di chiavica al suo sbocco in Volano, per trattenere i riflussi del mare.

Circa il terzo: data l' introduzione di Reno in Volano moltissimi sarebbero i pregiudizi, la maggior parte però attinenti al Ducato di Ferrara, mentre per la parte di Bologna non vi sarebbe altro che quello di avere a mantenere argini altissimi con gran pericolo, e con gran dispendio. Non ci estendiamo a portare i danni de' signori Ferraresi, sicuri che da' medesimi saranno con ogni esquisitezza descritti. Li preghiamo a riflettere in questa occasione alla nostra sincerità in disapprovare ciò che può riuscire di loro svantaggio, benchè per altro al contado di Bologna fosse per apportare tutti que' benefizi che spera dall' introdurre il Reno in Po grande, e se ne' passati congressi hanno preteso che noi dovessimo approvare i sentimenti altre volte portati per parte della nostra città, abbenchè contrari a que' principj dell' architettura delle acque che da noi sono stati creduti i migliori, e che alle congiunture non vediamo disapprovati da' medesimi signori Ferraresi, speriamo che ora sieno per conoscere che noi *non astu aut dolo*, ma per solo amore della verità, unico oggetto de' nostri discorsi, abbiamo creduto non dovere ingannare noi medesimi, e gli altri con proposizioni contrarie alla retta ragione.

Circa la spesa: Questa è sempre stata considerata pochissima, e dall' essere stati trascurati gli argini non può riuscire esorbitante. Non possiamo poi dirne cosa alcuna accertata, perchè non sono fatte misure di sorte alcuna concernenti questo particolare.

ESAME DEL QUINTO PROGETTO.

CIOÈ DELLA DIVERSIONE DI RENO DI VALLE IN VALLE.

SCRITTURA XLV.

Intrapresosi finalmente di esaminare la proposizione d'inviar il Reno al mare attraverso le valli fu ridotto l'esame a questo solo articolo: se per l'acque traspadane, e pel Reno convenga fare un alveo per portarle di valle in valle al mare, e quali effetti possano attendersi dalla detta inalveazione. Ed intorno a ciò il sentimento dell'autore fu come segue.

Il portare le acque traspadane, ed il Reno per un alveo di valle in valle al mare, essendo per esser questo paralello al Po d'Argenta si esclude colle medesime ragioni addotte nell'esame della proposizione di Primaro.

Si aggiunge che, o si pretende, di poter fare nello stato presente quest'alveo, o si nega tale possibilità per l'impedimento delle valli frapposte, che non lasciano che si possa elevare terra bastante a fare le arginature necessarie per le acque che dovrebbero inalvearsi:

Oppure si pensa di far comunicare una valle coll'altra secondo il sentimento più antico, per potere di tratto in tratto formare la predetta inalveazione fra gl'interrimenti de' fiumi medesimi, ed è evidente, che non essendo la valle di Marmorta appena capace di contenere le acque che in oggi vi sgorgano, molto meno lo sarà per dar ricetto ai fiumi Reno, Savena, Canal naviglio, ed altri scoli che ora spettano alla valle di Marrara, e per conseguenza ne verrebbero spaventosissime inondazioni, sì per l'allargamento attuale, ed immediato delle espansioni della valle, sì per l'interrimento, ed intersecazione degli scoli che vi mettono dentro: ragione che milita maggiormente per le valli inferiori di Buonacquisto di Ravenna, e del Passetto, che successivamente sono sempre minori, e per lo contrario dovrebbero essere ricettacoli di acque sempre maggiori.

Da ciò si conclude, che i mezzi per formare l'alveo proposto sono perniciosissimi, e che il fine non sarebbe diverso, sì per le accennate ragioni di Primaro, sì anche perchè in questa proposizione non si annichilerebbero le valli, ma solo s'interrirebbe quella porzione di esse per la quale dovesse camminare l'alveo, come è evidente essere succeduto al Santerno rispetto alla sua introduzione nel Po d'Argenta, e con ciò verrebbe a ristringersi lo spazio delle valli medesime, e per conseguenza a rendersi conca meno capace per dar luogo alle acque degli scoli. Dal che ne deriva che le acque piovane

in vece del luogo perduto, ne occuperebbero altrettanto all'insù sopra i terreni buoni, i quali perciò si renderebbero di natura vallivi.

Si aggiunge la più volte rammemorata difficultà di proporzionare coll' arte l'alveo a diversi torrenti differenti di corpo d'acqua, e in tant' altre condizioni particolari. Difficultà che suggerita dal padre Spernazzati nella sua relazione, tanto potè nella santa mente di Clemente VIII. che per evitarla volle piuttosto contro il sentimento dell'Argenta, e degli altri periti tentare l'impossibile con determinare l'introduzione del Po di Venezia nel ramo di Ferrara, con quella infelicità di esito che ad ognuno è nota, apparendo anche in oggi sul terreno le vestigia d'una mal concepita speranza, e su i libri della bonificazione della comunità di Ferrara le partite di gran somme di danaro inutilmente erogate in tale intrapresa.

Per fine non si altererebbe che in peggio lo stato delle cose, il quale se al presente è così mal ridotto, che ha meritata l'applicazione più seria di N. S. in espedire l'Eminenze Vostre a portargli l'opportuno sollievo, non crediamo mai che le medesime sieno per aderire a questo rimedio peggiore del male stesso, e per tale in ogni tempo riconosciuto da' Sommi Pontefici, dalla Sacra Congregazione, e da tutti i commissari Apostolici, i quali non ostante le replicate istanze de' signori Ferraresi (che non hanno mai avuto altro in animo, senza considerare il danno de' vicini, che di rigettare le acque Bolognesi, e Romagnuole, coll'allontanarle dal loro Polesine di S. Giorgio) mai non hanno intrapreso di esaminare seriamente la proposizione nè di Primaro, nè di valle in valle, comecchè l'una, e l'altra canonizzate per le peggiori dalla continuazione de' danni passati, e presenti.

SCRITTURA XLVI.

Avendo i signori Senatori Assunti sopra l'acque in Bologna commesso al Guglielmini di stendere una informazione di fatto sopra lo stato dell'acque del Bolognese, e delle vicine provincie per trasmetterla a Parigi al Cassini, il quale richiedeva tali notizie per soddisfare agli ordini ricevuti da S. S. di proporre il suo parere sopra il medesimo negozio delle acque, (come apparisce dalle tre brevi scritture del medesimo Cassini dei 25., e dei 31. Maggio, e primo di Giugno 1693. inserite fra le di lui opere in questa medesima raccolta) il Guglielmini adempì tal commissione nella seguente lettera diretta ai medesimi signori Assunti in data di Ferrara de' 29. Giugno 1693.

Mi hanno comandato le signorie VV. Illustrissime con sua lettera di ieri, che io stenda in carta le informazioni di fatto richieste dal

signor Gio. Domenico Cassini, affine di potere poi dar egli il suo pesato giudizio nell'affare corrente dell'acque; ed io che tengo perpetuo l'obbligo di ubbidire, concorro anche con particolare soddisfazione a porgere le opportune informazioni a detto signore, venerato da me per la sua profonda dottrina, ed onorevole memoria, che del di lui merito conserva la nostra patria, come il Principe de' matematici del nostro secolo. Per poter pertanto adempire a questa parte con maggiore aggiustatezza, varrommi dell'ordine delle di lui scritture partecipatemi dalle Signorie Vostre Illustrissime.

Quanto alla prima de' 25. Maggio, l'alveo di Volano dopo la chiusura della rotta Muzzarella, seguita circa 30. anni fa, non ha mai più acque torbide di Reno, ma solo le chiare del canalino di Cento, e degli scoli del serraglio di Vigarano, e di S. Bianca, e parte di quelle della valle, che viene per rigurgito dal cavo del Duca per la via solita del cavo della Bonafina, taglio Imperiali, e per l'alveo del Po di Primaro sino alla punta di S. Giorgio. Ben è vero che qualche volta dette acque vi arrivano torbidette, particolarmente l'ultime, ma di sola terra, senza parte alcuna di sabbia, che tutta si depone nelle valli.

Con dette due acque, benchè di poca quantità, pensarono i signori Ferraresi sotto la legazione dell'eminentissimo Ghigi di rimettere in istato mediocre la navigazione di Volano, con escavare a proporzione l'alveo, e con la fabbrica di tre sostegni, e ne seguì l'effetto col situarne uno a Quadrea, l'altro a valle di Pigliaro, e il terzo a Tieni, con l'uso de' quali detta navigazione in oggi si va praticando meglio però l'inverno, che l'estate, perchè in questa stagione resta priva dell'acqua della valle, e non ha sussistenza che dalle poche del canalino di Cento.

Il benefizio però di questa navigazione non è stato scompagnato da qualche danno di sorgive, che patiscono li terreni fuori degli argini del Po predetto a causa del sostentamento dell'acqua, fatto dai predetti edifici.

Talchè l'uso di quest'alveo presentemente non è più di scaricare l'acqua delle valli di Bologna, che con grandissima scarsezza, ma bensì quello di fare una competente navigazione, e dal sostegno di Tieni in giù di ricevere gli scoli del Polesine di Ferrara, e di San Giorgio; poichè a capo di Goro riceve il condotto Goro, e di sotto le chiaviche, Marescalca, del Lago di Rodi, della Silicata, della Pomposa, delle fornaci di S. Benedetto, del Durante dei Ducali, e dell'Agrifoglio, le principali delle quali sono il condotto Goro, che traversa tutto il Polesine di Ferrara da Ariano sino a capo di Goro, la Marescalca ultimamente aperta a Marozzo per iscolo de' terreni della Massa, ed altri da quella parte, non potendo, dicono, averlo più

per le chiaviche dell' argine circondario del Polesine, e delle Galare nelle valli di Comacchio, e quella dell' Agrifoglio, che riceve l' acqua dei condotti Ipolito, e Galvano, scoli della bonificazione di Ferrara fabbricata in luogo dell' altra sotto l' osteria di Volano rovinata ultimamente dal mare. Vi sono anche diverse menate, o montate da pesce, che servono alle valli di Comacchio a destra, ed alle nuove della Pomposa dell' eminentissimo Cardinale d' Este a sinistra; anzi perchè i signori Ferraresi attribuiscono l' infelicità degli scoli del Polesine di Ferrara agl' interrimenti fatti davanti il porto, e chiaviche dell' Abate dal Po grande, vanno meditando di voltare in Volano tutti gli scoli del detto Polesine coll' esempio della chiavica dell' Agrifoglio, che ha portato grandissimo giovamento al paese.

Li predetti due benefizi di navigazione, e di scolo fanno, che se mai li Ferraresi sono stati avversi a ricevere il Reno in Volano, ora più che mai ne sono alienissimi, e la credono proposizione la peggiore d' ogni altra.

Per altro poi sono anco in essere le arginature, ed il cavo fatto in occasione dell' accennata navigazione, benchè per quanto s' aspetta alla larghezza, di gran lunga non sufficiente all' introduzione di Reno.

Passando alla seconda scrittura de" 14. Maggio 1693, le mutazioni accadute al Reno dopo la costruzione della pianta al tempo di Alessandro settimo sono tante, e tali, che non si possono brevemente descrivere. Le sostanziali sono, che il Reno nel fine del cavo Gevone, fatto fare d' ordine del signor Cardinale Piccolomini, s' è diramato in due gran riazzi, che ora hanno 6. o 8. piedi di sponda; il primo a sinistra cammina verso val Rosata, oramai tutta interrita, e si spande in certe valli situate a destra del cavo del Duca in faccia a Gaibana, le quali non hanno più che due piedi di fondo, e l' acqua va poi a cadere col maggior corpo nei lamazzi del Buttifrè; l' altro piega verso il confine al Gallo, per la linea del quale, che prima del 1680. serviva di navigazione, s' è inalveato, col farsi dall' una, e dall' altra parte 4. 5, e 6. piedi di spalla; e continuando per essa circa un miglio, e mezzo, volta poi sul Bolognese pure da per tutto inalveato, sino che dopo avere traversata la Lorgana, entra nella già Lama delle Bilacque, ora saranno due anni intieri, a segno da fare in acqua ordinaria circa tre piedi di sponda al Reno, e quindi per la Scarsella passa alla Salarolla, e si porta alle Cacupate sempre inalveato; a segno che dalla Lama delle Bilacque in giù avrà sempre cinque, o sei piedi di fondo. In somma da pochi anni in quà l' estate si può andare da Bologna sino alle Cacupate sempre per le ripe del Reno a piede asciutto.

Nelle piene però l' acqua si spande dappertutto, particolarmente

nella parte superiore alle Bilacque, essendo ivi a destra di Reno qualche residuo di valli di quelle de' signori Volta: anzi essendo diventata valle quasi tutta la bella tenuta di Malalbergo di detti signori.

Dall' anno 1680. in qua s' è perduta la navigazione per la linea di confine, e tre altre fatte dopo; e l' odierna che passa per li terreni inondati de' medesimi signori Volta, non può più in alcuna maniera sussistere, nè v' è rimedio di ritirarsi più a levante, perchè s' incontrano immediatamente gl' interrimenti di Savena.

La valle del Poggio adesso più non comunica con quelle di Marrara che per un canale manufatto di lunghezza tre miglia, e di larghezza 20. piedi in circa, ed in somma escrescenza ha di caduta sopra le inferiori equilibrate sul pelo della Lorgana piedi 4. 9. 9, dalla quale si dovrà detrarre circa un piede per l' alzamento, che in tal caso di escrescenza fanno l' acque della Lorgana predetta; e tal caduta s' è acquistata la valle superiore coll' alzamento dell' acque proprie sostenute dagl' interrimenti che la circondano, con cagionare nelle parti del territorio di Bologna situate fra il Reno, e la Savena inondazioni, e perdite di terreni da non credersi che da persone dotte, e pratiche, come il signor dottor Cassini, che sa quanto lungo tratto di paese in queste pianure di poca pendenza corrisponda alla caduta de' detti p. 4. 9. 9.

Gli argini di Reno alla destra terminano, come già una volta, a Gallino; tutto il resto di detta ripa continua abbandonato, e nelle piene per una infinità di riazzi tramanda buon corpo d' acqua dalle valli del Poggio, e di Malalbergo, ed alla parte sinistra continuano gli argini fino alla diramazione de' predetti due riazzi.

Nel cavo del Duca non entra più altr' acqua di Reno, che una piccola parte di quella, per la quale pel riazzo sinistro di esso si porta nelle valli a destra del medesimo, scaricandosi la maggior quantità, come s' è detto di sopra, verso il Buttifrè. Il medesimo cavo del Duca, quasi del tutto interrito nelle parti superiori della Sanmartina, ora serve principalmente per iscolo della medesima, per avere il quale più felice, è stata ultimamente levata l' intestatura dai Ducali, ed escavato in parte, ma non quanto bisogna per tale effetto; continua bene l' acqua dal cavo del Duca sino a Ferrara, e per essa anco in oggi si naviga, ma non corre di sorte alcuna trattenuta dai sostegni di Volano; anzi quando la valle è bassa l' acqua del canalino di Cento corre verso Gaibana, ed entra pel taglio Imperiali nella valle, non avendo più l' impedimento dell' intestatura del cavo predetto.

La caduta del fondo del Reno con acqua alta piedi 3. 9. 6. incontro la torre dell' uccellino sopra il pelo di Volano, come s' è detto, di sostentato è piedi 5. 5. 11.

E sopra il fondo di Volano piedi 10. 0. 5.

E sopra il pelo della Peschiera, fosse della città, e cavo del Barco piedi 9. 6. 10.

E quella del pelo del cavo del Barco sopra il peso del Po in tempo che era alto once 5. sopra la soglia della chiavica pilastrese, piedi 4. 10. 3.

Ed il pelo del cavo del Barco è più alto del pelo del Canal bianco piedi 0. 7. 3.

Ed il medesimo pelo del cavo del Barco è più basso del segno di somma escrescenza piedi 13. 0. 1; al qual segno l'ultima piena dei 15. Giugno 1693, una delle maggiori, che siano seguite a memoria d'uomini, è quasi arrivata, mancandone d'un'oncia sola.

Gli argini di Volano non si sono livellati, perchè non si ha avuta in animo tal proposizione.

Il vivo degli argini sopra la piena ultima, misurato diligentemente in più luoghi, si dà in foglio a parte, dove starà anche espressa l'altezza de' medesimi sopra il piano delle campagne contigue.

La caduta di Volano, desunta dalle cadute de' sostegni, è piedi 10. 3. 3., e benchè l'acqua di questa nella giornata della visita non si vedesse muovere di sorte alcuna, e li signori Ferraresi concordassero in crederla affatto stagnante; nulladimeno, perchè veramente non poteva esser tale, e per salvare le correnti del Po di Primaro, ed altre misure circa di esso, se gli sono dati in aggiunto 5. piedi, ed in oltre tre piedi per l'abbassamento dell'acque nel riflusso del mare; in maniera che pare di potere stabilire la caduta del pelo d'acqua di Volano alla punta di S. Giorgio sopra il pelo basso del mare piedi 18. 3. 3.

Il flusso del mare per l'alveo di Volano arriva sino al sostegno di Tieni; ma non può estendersi più in su per l'impedimento, che trova. Nella visita di monsignor Corsini fu deposto, che arrivava sino al migliaio in distanza da Ferrara, per l'andamento del medesimo alveo, sopra miglia 25, ma a dirittura non più di 18, ed il sostegno di Tieni è distante dal migliaio circa 5. miglia.

La chiavica Pilastrese è nello stato di prima, ed in essa s'è notato alla presenza di questi Eminentissimi, che questa piena è restata di sotto al segno di somma escrescenza, indicato nella visita Borromea, piedi 1. 5. 6, in tempo che a Lago scuro aveva sopravanzato di due once in circa il piede del gialino dell'osteria, indicato per segno di somme escrescenze in detta visita. Circa alle bassezze del Po, noi nella visita abbiamo trovato il suo pelo alto once 5. sopra la soglia della chiavica Pilastrese, ed in ordine al maggiore abbassamento fu deposto variamente; chi disse tre piedi, chi due, chi quattro; ma la maggior parte hanno detto piedi 1 $\frac{1}{2}$ in istato

ordinario, e che per arrivare all' estreme bassezze, poteva calare 3. piedi.

Circa la terza scrittura del dì primo Giugno, non ho che aggiungere, se non che la piena di quest' anno s' è alzata sopra la soglia della Pilastrese piedi 18. 7. 6. di misura di Bologna, essendosi in questa visita regolate col nostro piede tutte le operazioni fatte, e che gli argini del Po si trovano considerabilmente abassati, siasi per negligenza, o per malizia, particolarmente dalla parte sinistra; che è quanto mi occorre significare alle Signorie Vostre Illustrissime in ordine all' informazione richiesta dal signor Cassini. Mando annesse delineate le misure delle sezioni di Po, e di Reno, che ho fatto prendere, la prima a Lago scuro, l' altra alla Botta degli Annegati, comecchè questi sono li siti più angusti, che danno il passo all' acqua de' detti due fiumi, per poter calcolare la quantità dell' uno, e dell' altro, e dedurne l' alzamento, che farà il Reno nel Po; ed in oltre invio a loro medesimi copia d' un' altra scrittura preparata per dare a' signori Cardinali, quando mi ricercheranno del sentimento sopra Volano; (*questa scrittura si è data di sopra nell' esame della linea di Volano, ed è la* 42.) la quale contuttochè mi credessi contenere motivi forti, nondimeno vedendo ora, che il medesimo signor Cassini pensa che l' introduzione in Volano non sia da sprezzarsi, cominciò ad essere in dubbio della di lei sussistenza, ed a tal fine ardisco di supplicare le Signorie Vostre Illustrissime di trasmetterla al medesimo, acciò si degni correggerla, perchè si procurerà di trattenere l' esame di questa proposizione sino all' arrivo delle risposte, ed in tanto si potrà dar mano a discutere l' altre; anzi io medesimo scrivo a detto signore, acciò mi onori di scoprirmene gli errori, con sicurezza che la di lui sperimentata begnignità verso di me non lascerà d' onorarmi de' suoi documenti, particolarmente se saranno avvalorate le mie suppliche dagli ufizi delle Signorie Vostre Illustrissime, alle quali facendo umilissima riverenza, sempre più resto ec.

SCRITTURA XLVII.

Avendo di nuovo il Cassini con sua lettera al Guglielmini de' 27. *Luglio chieste ulteriori informazioni di fatto, questi gli inviò la sua risposta in data de'* 26. *Agosto* 1693, *che è la seguente.*

Con ogni mia maggior soddisfazione ricevo l' umanissima di V. S. Illustrissima de' 27. del passato, e con pari obbligazione gli avvertimenti che in essa si compiace darmi nel corrente premurosissimo affare di queste acque. Procurerò pertanto di soddisfarla delle notizie che appresso di lei restano in sospetto per mia poca avvedutezza in

esprimerle l'altra volta. Debbo dunque ragguagliarla che nella visita fatta da questi Eminentissimi si riscontrò alla Stellata lo stesso segno che fu mostrato nella visita Borromea per segno di guardia, ed è il fatto coll'accetta nell'ala destra della chiavica Pilastrese. A Lago scuro poi fu indicato un altro segno di somma escrescenza ad un ganghero inferiore della porta meridionale del magazzino dell'olio, e questo si è riscontrato assai giusto nell'ultima piena de' 15. Giugno, perchè non vi mancò che un'oncia a toccarlo. Questo segno però è qualche poco più alto del piede dello scalino dell'osteria indicato nella visita Borromea per segno di somma escrescenza, attesochè nel più alto stato di quest'ultima piena l'acqua sopravanzava due once in circa il piede del predetto scalino. Nel tempo che a Lago scuro l'acqua era arrivata ai segni predetti, mancò alla Pilastrese dal toccare il segno ivi indicato piedi uno, e once sette, dal che si conobbe che il segno alla Stellata o era stato indicato tropp'alto, oppure era assai antico, al quale più non giungono le piene presenti.

Il pelo dell'ultima piena de' 15. Giugno ha servito per trovare il vivo degli argini da Lago scuro alle Papozze, ma dalla Stellata a Lago scuro essendosi serviti d'un pelo assai basso, ha bisognato valersi delle necessarie correzioni per ridurre il pelo dell'acqua alla cadente di quest'ultima piena. Dee però accrescersi di un'oncia, che mancava per arrivare alla somma escrescenza di Lago scuro, e si è lasciato di farlo per non incontrare controversie nel modo di far tal correzione, abbenchè la differenza non potesse essere che insensibile.

La caduta di Volano V. S. Illustrissima la tenga per accertata, perchè il motivo di aggiungere li 8. piedi l'ho desunto dalle misure della visita Corsini, e dalle osservazioni che ho fatte nel Po di Primaro, il cui pelo si è livellato in più luoghi con quello delle valli di Comacchio. Se verrà l'occasione di fare la livellazione di Volano ad acqua stagnante, non si trascurerà, ma i Ferraresi allungano a tutto potere, e a noi comple di sollecitare al possibile i periti. Disperata però che fosse l'introduzione di Reno in Po grande, della quale abbiamo grandi, e quasi certe speranze, non si mancherà delle dovute diligenze. Intanto ho regolate le mie riflessioni *sopra Volano* in maniera, da lasciarmi libero l'adito ad abbracciare questa proposta, quando veramente sussistesse la caduta sufficiente, che si esaminerebbe meglio, ma a dirla io ne dubito infinitamente.

Ho considerato che l'acque si accelerano allo scostarsi che fanno dal loro principio, ma l'acceleramento io credo si riduca ben presto all'equabilità. Nelle cadute perpendicolari, e libere de' solidi. V. S. Illustrissima sa che l'acceleramento del moto continua considerabilmente, e sino a 123. piedi, come pensa di provare il p. de Chales. In quelle che si fanno sopra piani inclinati molto meno, e sempre

meno, quanto minori sono le inclinazioni. Ne' fiumi perciò, i quali benchè abbiano caduta grande, l'angolo però della loro inclinazione è insensibile, credo che i gradi dell'accelerazione presto si uguaglino, e di fatto le sezioni de' fiumi, posto l'acceleramento, dovrebbero sminuirsi, il che non si osserva, anzi negli sbocchi al mare si veggono moltiplicare, ed allargare le loro foci. Quindi ho fondato un sistema, che i fiumi non ricevano che qualche maggiore facilità al moto dalla caduta, e che il pendio degli alvei è piuttosto effetto che causa della velocità, come V. S. Illustrissima si degnerà vedere nell'acclusa scrittura segnata A, data in altra congiuntura confidentemente all'Eminentissimo d'Adda (*questa scrittura si è data di sopra nella presente serie, ed è la* 31.).

Egli è vero che i fiumi Senio, e Santerno corrono per l'alveo di Primaro con la sola caduta di once 6. per miglio, ma bisogna riflettere che l'unione di più acque spiana maggiormente la linea cadente necessaria per non deporre la torbida, considerazione che non può applicarsi all'alveo di Volano, nel quale dovrebbe correre il solo Reno.

Il fondo poi di Volano dal sostegno di Tieni in giù è affatto orizzontale, e per conseguenza non potrebbe non interrirsi per acquistare la conveniente caduta.

Che la rotta seguita in Primaro del 1646. col rivoltarsi dell'acque all'insù interrisse l'alveo inferiore, e che questo di nuovo si scavasse dopo presa la rotta, mostra che il fondo di Primaro nelle parti inferiori fosse sino a quel tempo stabilito nella dovuta pendenza, e che questa accresciutasi per l'interrimento si riducesse di nuovo minore a proporzione del bisogno.

Per altro le livellazioni de' fiumi Lamone, Montone, Ronco, ec. mostrano cadute grandi anche verso il suo ultimo fine, ed in ispecie il Montone fatto livellare ultimamente da' signori Ravegnani ne' contorni di Ravenna ha di caduta once 14. che sono 24. di Bologna per miglio, dal che pare necessario avvertire, che i fiumi non alterano le proprie cadute che coll'unione di nuove acque, con la diversità della materia che portano, e con il liberarsi dalle resistenze, come fanno assai vicino a' propri sbocchi.

Il segno della maggior piena di Reno non si è potuto determinare a veran termine stabile per mancanza di osservazioni. S'accorda però restarvi di vivo circa due piedi per tutto; onde io ho stabilita l'altezza delle piene piedi 9, abbenchè il Riccioli, ed altri non la vogliono che di piedi 8, e con tutto che li Ferraresi alla prima la pretendessero sino di piedi 14, nondimeno però l'hanno accordata tra li 9, e li 10.

La linea tirata da Baura al froldo di fossa d'Albero sarebbe a noi

ugualmente accetta che ognuna delle superiori, che hanno per termine il Po grande; ma a mio credere i signori Ferraresi la rigetterebbero più che ogni altra, perchè interseca tutti gli scoli del Polesine di Ferrara per appunto nella parte migliore di esso; secondo, perchè resterebbe chiusa fra quattro argini la città, che sono, a ponente quello di Panaro, a settentrione quello di Po grande, a levante quello di Reno, e a mezzogiorno quello del Po di Ferrara, o l'elevazione della campagna che sempre cresce da questa parte, onde succedendo rotte in uno de' tre fiumi, bisognerebbe che la città restasse per forza inondata, come in una peschiera, non potendo le acque di tali rotte scaricarsi se non per le botti sotterranee, che bisognerebbe fare per gli scoli traversati: terzo, l'inalveazione si dovesse fare prima in Volano, poi da Baura voltarla a fossa d'Albero, si dolerebbero, che il Reno si accostasse troppo alla loro città, nè vi è motivo di utile di navigazione, o d'altro che basti a persuaderli a lasciare questo vano timore.

Lo stato massimo della piena de' 15. Giugno si fece la sera alle ore 23. $\frac{1}{2}$ e continuò quasi tutta la notte, non calando che mezza oncia. L'aria era purgatissima e quasi senza vento, ma quel poco che soffiava veniva tra ponente, e tramontana, dimodochè non potea sostenere (quando per altro avesse avuta la forza per farlo) la corrente del Po.

La scrittura segnata B, che pure V. S. Illustrissima riceverà acclusa, è una di quelle che ho date per li congressi, a quest'ora fatti sopra l'introdurre il Reno in Po grande, toccante la materia dell'alzamento che vi farebbe il Reno (*la scrittura quì accennata si è da noi data di sopra in questa serie sotto il capo della linea di Po grande, ed è la* 9.). Supplico la di lei somma bontà a darmi sopra di essa qualche avvertimento, ed in ispecie a dirmi se alzandosi un piede, e mezzo gli argini del Po, creda sufficiente cautela per assicurare Ferrara da ogni timore, come a me pare da non dubitarsi.

Questo è quanto posso rispondere, ec.

SCRITTURA XLVIII.

Nella presente scrittura, esibita dal Guglielmini ai due Cardinali nel medesimo anno 1693, *non si tratta del regolamento generale dell'acque, ma d'un affare speciale che era stato messo in campo, cioè dell'introduzione del torrente Sillaro nel Po di Primaro.*

Dopo che nel sacro Tribunale di Papa Clemente VIII. furono accusati i fiumi Bolognesi, e Romagnoli di aver cogl'interrimenti manifestatisi nell'alveo di Primaro, fatto rivolgere altrove l'acqua del Po grande,

e con ciò di avere privata la città di Ferrara della navigazione d'un fiume reale, che per l'avanti si portava a lambire il piede delle di lei mura, furono essi incarcerati nelle valli, e fu negato loro l'adito di entrare gravi delle proprie torbide nel Po d'Argenta. Quindi succedettero le sterminate inondazioni, liquidate l'anno 1606. nella visita di mosignor Gaetano, originate dall'estremo gonfiamento delle valli di Marrara, di Marmorta, di Buonacquisto, di Ravenna, e del Passetto, e quindi derivarono pure le rotte frequenti de' fiumi nelle parti superiori, e particolarmente quelle del Sillaro, rese altrettante mutazioni di alveo, non so se per incontrastabile disposizione di fato, oppure se essendo succedute quasi sempre sul Conselicese, e negli argini sinistri del detto fiume, stimarono quegli abitatori suo vantaggio maggiore il lasciar piuttosto correre le rotte dalla banda d'Imola, e di Bologna, che col ripigliarle mettersi in pericolo di vedere la parte destra, e la loro terra medesima, soggetta ai danni medesimi che vedevano scaricarsi sopra la parte opposta.

Si contano perciò alla destra del Sillaro abbandonato le vestigia manifestissime di quattro rotte, compresavi la superiore, per la quale corre in oggi detto fiume, e sono ormai cento anni che per esse successivamente ha avuta quasi un intiera libertà di occupare tutto il paese all'intorno rovinando tutti i terreni altre volte fertili, ed abbondanti fin dentro il territorio di Medicina, in gran parte (come l'EE. VV. medesime hanno ocularmente riconosciuto) devastato dall'acque del Sillaro, ma molto più dalle acque de' propri scoli, dalle torbide del medesimo interriti, e privati dello scarico loro dovuto nel seno delle valli inferiori di Marmorta.

Non si sa che a tanto male sia mai stato applicato altro rimedio che l'effusione di un alveo nuovo, che nella visita del sig. Cardinale Rivarola li 20. Gennaio 1613. si trovò in buona parte effettuato, abbenchè non ridotto alla sua ultima perfezione; del qual alveo anche in oggi appariscono le vestigia delineate nella pianta giudiciale del Cacoina sotto nome di fiume, rotta, o riazzo vecchio, riscontrandosi essere il medesimo non solo dall'esistenza degli argini laterali, ma dalla situazione assai precisa, descritta nella medesima visita. Tale operazione però fatta col solo fine di differire al possibile la per altro allora imminente introduzione del Sillaro torbido nel Po di Primaro, aborrita pel sospetto degli interrimenti che se ne temevano, fu altrettanto contrastata da' Bolognesi coi motivi medesimi co' quali ora si oppongono a qual si sia inalveazione a sinistra dell'alveo vecchio, quanto riuscì inutile, posciachè appena passarono due anni che il Sillaro con nuova rotta seguita un miglio in circa sotto la via del Mulo, tornò a spargere le acque proprie per le campagne vicine, cagionando danni infiniti, descritti nella visita di monsignor Bartoli il primo di

Settembre 1622, ed in quella di monsignor Corsini li 21. Marzo 1625.

Egli è ben vero, che riuscendo i danni del territorio d'Imola, e di Medicina così palpabili, da non potersi negare da veruno, sono stati progettati diversi ripieghi, ma tanto contrastati dal diverso interesse delle parti, che è restata sospesa qualunque risoluzione. Proposero i Bolognesi nell'atto della visita Corsini di divertire il Sillaro dalla via del Signore nel Santerno poco sopra la diversione di esso; provvedendo con botte agli scoli intermedi, ma opposero i Ferraresi l'enormità della spesa, e l'interesse della Romagnola, a cui dubitavano potesse pregiudicarsi considerabilmente, esprimendosi che con poco dispendio sarebbe potuto inalvearsi sopra le Spazzate, introducendolo nelle valli di Marmorta, ma nello stesso tempo confessarono (addotrinati forse dal fresco esempio della diversione del 1613) che sarebbe stata operazione di poca durata, perchè correrebbe in su contro la Quaderna.

Quest' ultima pure è la proposta cotanto sostenuta dai comuni della Massa, e Conselice, i quali senza avere altro riguardo che di perpetuarsi il beneficio partorito ai loro territori coll' esterminio degli altri dalle rotte accennate alla destra del Sillaro, poco attendono al danno che da tale proposizione verrebbesi ad inferire a tutti gli aggiacenti alle valli di Marmorta, il numero, e l'interesse de' quali è ben noto alle EE. VV., che hanno visitato, si può dire, a palmo a palmo tutti que' siti. Posciachè chi non sa essere ridotte le valli predette di Marmorta a tal segno d'interrimento, che nell' estate più asciutte si ristringono a pochi canali, in maniera che in oggi ponno con più verità dirsi paludi fatte dall' unione dell' acque sregolate de' fiumi Idice, Quaderna, e Sillaro, e dalle Pavesane del Po d' Argenta, che ricettacolo delle medesime per bassezza del proprio sito. Qual vantaggio dunque si può sperare dall' inalveare un fiume mandandolo a sboccare in sito di simile condizione? Certo nè facilità d' esito, nè velocità di moto, mentre non essere ciò potuto seguire anco ne' tempi, che le valli erano molto più basse di fondo, lo dimostra la poca durata della diversione del 1613. portate a sboccare nel più cupo di esse, e non minore argomento ne danno tante rotte, seguite una dopo l' altra, posciachè se correndo il Sillaro per un alveo manufatto, e molto più per una rotta, nella quale si avrebbe il beneficio della espansione immediata, avesse trovata l' acqua felicità di esito, non avrebbe con gonfiare in se stessa aperte altre strade al proprio scarico. Era pure stata aperta sei o sette anni la rotta vecchia del Serraglio, ed andava essa a sboccare quasi nello stesso luogo dove ora termina il Sillaro, in tempo della visita di monsignor Bartoli, e pure nelle parti superiori furono visitati molti luoghi rotti, e che minacciavano di rompere.

S' immaginino l' EE. VV. perfezionata in qualunque forma questa pretesa inalveazione, e si degnino riflettere agli effetti che immediatamente ne seguiranno, ed a quelli che in breve tratto di tempo si adranno palesando. Non v' ha dubbio che intendendosi di difendere l' una e l' altra ripa con forti arginature, in un tratto si vedranno libere dall' acque di questo fiume le campagne a destra, ed a sinistra, ma per lo contrario si troveranno prive di scolo tutte le campagne superiori de' territori d' Imola, e di castel Guelfo, intersecata dall' arginatura sinistra la fossa de' Raggi, ed il canale de' signori Fantuzzi non potendo avere esito nel fiume, converrà che faccia lo stesso che ora, cioè sormontare, e rompere gl' argini propri; ed inondare parte di terreni fertili ed abbondanti. Egli è vero, che gli scoli del Medicinese sul bel principio parranno esenti dagli interrimenti, che ora gli uguagliano al piano delle campagne; ma egli è anche vero, che saranno sempre soggetti ai medesimi per le rotte facilissime a succedere da quella parte, comecchè l' arginatura sinistra a poco altro servirà che a difesa del Medicinese, e poco si cureranno i forestieri, anzi ricuseranno di spendere il proprio danaro nella manutenzione, e riparazione d' un argine, che dee servire all' altrui difesa, e se il comune di Medicina dovesse solo essere soggetto a tale dispendio, verrebbe esso a pagare la pena della negligenza, o pertinacia dei comuni Romagnoli in trascurare di prender le rotte seguite su i loro territori, anzi ostare alla chiusura delle medesime col restituire al fiume il suo corso solito e naturale.

Sanno bene l' EE. VV. che la valle di Marmorta dee dar ricetto all' Idice, alla Quaderna, ed al Sillaro, oltre ai rivoli Centonara, canale di Medicina, e di castel Guelfo, ad altri condotti di acque chiare in buon numero. Che se tutti questi fiumi, e condotti si hanno da indirizzare verso il centro di essa, come pare che si pretenda in questa proposizione sotto il pretesto del maggior fondo, necessariamente dovranno come i raggi d' un cerchio andare ad intersecarsi. Ora egli è certo, che l' intersecazione del corso dell' acque sospende il loro moto, e cagiona interrimenti, e che gli interrimenti i quali regolarmente si fanno laterali al corso del fiume, dividono le valli grandi in molte piccole, e impediscono l' esito ai condotti delle acque chiare, le quali per tal cagione elevandosi di pelo, allargano il loro primo ristretto ricettacolo a maggiore circonferenza. Tutto ciò dovrà succedere inalveandosi il Sillaro verso il Porto nuovo, perchè in breve tratto questo avanzandosi colle sue torbide nella valle; e lo stesso facendo l' Idice, e la Quaderna, si uniranno le sponde dell' uno a quelle dell' altro, e così chiuso l' esito a tutti gli scoli fra l' Idice, e il Sillaro, allargheranno all' insù il circondario delle valli di Marmorta colla perdita di tutta la parte inferiore del territorio di Medicina,

di Villafontana, Ganzanigo, Selva, Boscosa, Fiorentina, S. Martino in argine ec. lo stato infelice delle quali terre apparisce dall' ultima visita dell' EE. VV.

Finalmente, riflettendo, che per necessaria disposizione di natura, interrita che sia affatto la valle di Marmorta, cosa che s' aspetta a' nostri giorni, debbono tutte le dette acque introdursi inalveate nel Po di Primaro, e che almeno rispetto al Sillaro dee farsi l' introduzione alla Bastia, pare che niuna ragione consigli di stabilire una strada tortuosa, lunga, difficile, e dispendiosa, tralasciando la più breve, facile, e ristretta, che è la medesima che il fiume da se stesso si elesse al proprio corso; e se la regola della bonificazione intavolata da Clemente VIII., e proseguita da Paolo V. fu di voltare i fiumi nelle valli inferiori a levante, non si sa vedere perchè il solo Sillaro si debba mandare per istrada contraria a ponente.

E finalmente, se figurandosi questo fiume inalveato per le valli di Marmorta, ed introdotto al cavo della Bastia, niuna ragione si potrebbe opporre ai giusti reclami de' popoli, che dolendosi dei danni di sopra dimostrati, richiedessero il rimedio con un taglio da farsi dalla punta del Serraglio al termine predetto nel Po di Primaro, per qual cagione ora che si sta sul risolvere hanno da pretendere due comuni, sottoposti per natura, e per disposizione di sito alla servitù di questo fiume, di intieramente liberarsene, imponendola perpetuamente a quelli, che o per loro cagione, o per sole casualità di rotte l' hanno temporaneamente patita con infiniti pregiudizj.

L' esclusione della linea proposta dai detti comuni di Massa, e di Conselice, porta, secondo il nostro sentimento l' inclusione dell' altra d' introdurre il Sillaro a dirittura nel Po di Primaro al cavo della Bastia, o in sito dove in poco tempo debba seguirne l' introduzione, siasi o per la linea dell' alveo vecchio, oppure per una più discreta a sinistra di esso, ma in poca distanza, e paralella al di lui andamento, ed oltre le ragioni di sopra accennate, molti altri motivi ci persuadono a fare alle EE. VV. queste proposizioni.

Prima, non ne segue danno a veruno, che ai possessori de' terreni per li quali si dovesse escavare l' alveo, i quali si potrebbero soddisfare col prezzo di essi, che risulterebbe in poco, per essere in questo tratto tutti i terreni di pessima qualità.

Secondo, perchè si potrebbe provvedere al Correcchio, che è l' unico scolo che s' intersecherebbe, col mandarlo, come una volta, ad unirsi col Rancolo all' Anconetta, o in altro luogo più comodo.

Terzo, perchè dal cavo della Bastia in giù pel Po di Primaro vi è sufficiente caduta sino al mare, e tale da non permettere interrimenti perniciosi nel di lui alveo, assicurandocene gli effetti del Santerno, e del Senio.

:av
:up
per
llar
li
av

ine
, si
lell
:tur
pas
no
b
inf
.

PARERE

DI

DOMENICO GUGLIELMINI

SOPRA L' INALVEAZIONE

DELLE ACQUE DEL RENO

E DEL RESTO DEI TORRENTI

DEL BOLOGNESE, E DELLA ROMAGNA.

PARERE

DI

DOMENICO GUGLIELMINI

SOPRA L'INALTERAZIONE

DELLE ACQUE DEL RENO

E DEL RESTO DEI TORRENTI

DEL BOLOGNESE, E DELLA ROMAGNA.

LETTERA

AI SIGNORI COMPONENTI L' ASSUNTERIA D' ACQUE IN BOLOGNA.

Illustrissimi Sigg. Sigg. Padroni Colendissimi.

Se al grande sconcerto delle acque Bolognesi fossero permessi dalla natura molti e diversi rimedi, potrei ben ora agevolmente incontrare appuntino il venerato comandamento delle Signorie Vostre Illustrissime col soggettare ai loro prudentissimi riflessi qualche progetto, che sebbene non avesse tutti i numeri della perfezione, almeno potesse soddisfare in qualche parte, e per qualche corso di tempo considerabile le urgenze presenti, o levando, o sminuendo i gravissimi pregiudizi, che patisce questo per più d' un secolo a tal cagione afflittissimo territorio. Ma perchè come che la sorgente dei danni è una sola, uno solo per conseguenza è il rimedio diretto a levare la sorgente stessa; perciò mi trovo nell' ardua necessità, o di non ubbidirle, o di proporre loro ubbidendo cosa meno che buona. Il primo con discapito della mia puntualità; il secondo con pregiudizio della sincerità, che sono in obbligo di praticare, e quel che è più con danno, a mio credere, estremo del paese, qualvolta la proposta avesse altra mira, che ad un rimedio reale.

L' unica cagione dei danni ben nota è stata per confessione d' ogni intendente dei fatti andati l' essere mancante nel Po di Ferrara, e nei di lui rami Volano, e Primaro, le acque del Po grande le quali destinate dalla natura per veicolo di tutte quelle dei fiumi, che scendono dall' Appennino nel piano della Lombardia, dopo rivoltatesi ad altra parte hanno lasciate le acque tutte da Panaro in giù in abbandono, ed obbligatele a prendere altro metodo di corso, e di viaggio, per arrivare al comune loro ricettacolo, cioè al mare. Questa diversità di corso è quella che rovina le tre provincie, e tanto maggiore si è fatto lo sconcerto, quanto che ci è entrata di mezzo l' opera degli uomini, che senza direzione di sano consiglio vi ha accresciute delle alterazioni, che tutte, benchè qualche volta a prima vista mostreranno in apparenza dell' utilità, nulladimeno però in progresso di

tempo hanno dato a conoscere, essere elleno state pessimamente dirette.

L' entrarne sul preciso sarebbe un troppo dilungarsi; basta dire che di tante case fatte dopo la fatale rimozione di Reno dal Po, neppure una s'è trovata, che, o non sia stata disapprovata con l' insussistenza dalla natura, o non si sia resa lagrimevole ai popoli interessati, segno evidentissimo, che l' operare in questa maniera con certe idee troppo ristrette, o ai particolari interessi, o alle circostanze di un tempo determinato, non è il legittimo: e per conseguenza, che il far progetti senza la necessaria avvertenza del fine ultimo, cioè del rimedio reale, non è altro che mettersi ad evidente pericolo di sconcertare maggiormente le cose, avendosi in contrario la tendenza dell' unione delle cagioni naturali, che vorrebbero pure, o rimettere i corsi delle acque alla sua primiera e naturale regola, o stabilirsene dei nuovi, ma coerenti alle leggi della natura; le quali, perchè irrefragabili, e comunemente mal conosciute, e perciò non secondate, eludono, per non dire irridono i progetti suggeriti, o da un piccolo particolare incidente, o dalle circostanze morali, e politiche, quando non sieno appoggiati ancora alle stesse leggi inconcusse della natura, che non alle circostanze dei tempi, ma solo a quelle delle situazioni, e delle pendenze vogliono riferirsi.

Se non fosse mai stato rimosso il Reno dal Po di Ferrara, nè fatta verun' altra operazione negl' alvei del Po medesimo, e de' fiumi del Bolognese, e Romagna, certo è, che nel tempo susseguente sinora avrebbero i fiumi, ed acque tutte predette stabilita la direzione del loro corso, altre verso il Po grande, altre verso il mare, a riserva della prevalenza delle cadute, o verso l' una, o verso l' altra parte; dopo di che si sarebbero regolati gli scoli delle campagne, stabiliti i canali delle navigazioni ne' siti opportuni, e fatto quanto altro fosse convenuto per il buon essere delle provincie. Ma la rimozione avendo sconcertato tutto questo bell' ordine della natura, e dell' arte, ha altresì obbligate le acque del Reno ad alzarsi ad inondare, ad interrire, in una parola a mutare tutta la faccia, e la situazione del paese, pregiudicando con ciò alla buona condotta delle acque torbide, ed al regolamento conveniente delle chiare; due capi, dai quali ne derivano infiniti altri di danni, e di sconcerti.

L' ostinazione avutasi sinora di tenere le acque del Reno disgiunte da quelle del Po, siccome è stata l' unica origine dei gravi mali presenti, così lo sarà anche da qui avanti, quando per qualunque rispetto, o motivo perseveri; e perciò il proporre temperamenti, o progettare operazioni fuori di questo scopo, non è che un lusingarsi con vane speranze nel tempo, che il male anderà a gran passi avanzandosi, se pure non è anche un difficoltare maggiormente il rimedio.

Senza aprire la strada all' unione delle acque di Reno, e di Po, saranno obbligate (torno a dirlo) di tentar tutto per acquistarsi la necessaria caduta al mare; che trattandosi di acque torbide, e di poco corpo, non può essere cotanto poca, come taluno si figura; e laddove la superficie della campagna disposta dalla natura col suo pendio verso il Po di gran lunga più che verso il mare, avrebbe dato ricetto ad alvei escavati per quella parte col solo aiuto di non molto grand' argine, converrà ch' ella tanto s' elevi, che possa avere una proporzionata caduta al mare; oppure quando si presumesse far forza alla natura stessa, converrà a forza d' argini altissimi obbligare i fiumi a formarsi dentro di se medesimi le proporzionate cadenti, e di superficie d' acqua, e di fondo, che stabiliscano i corsi desiderati.

Senza arrivare all' uno, o all' altro di questi segni, non saranno mai corretti gli errori degli uomini commessi nei fatti passati; ma nel primo caso troppo vi è da fare prima che la natura compisca l' opera; ed in tanto si perderà poco meno, che tutto il territorio, tuttavia situato con la sua superficie ad altra maniera di corso; ma nel secondo caso chi assicura, che possano fabbricarsi argini dell' altezza necessaria? Qual comodo siasi per avere di scolare le acque piovane imprigionate da argini cotanto elevati? In quali alvei sieno esse per iscaricarsi? Certo in niuno, convenendo concepirli tutti di molti e molti piedi più alti della superficie delle campagne, come resta assicurato non meno dalle considerazioni, che dalle livellazioni altre volte fatte nella visita generale. Oltre di ciò quale sarebbe la sicurezza, quali i mezzi di riparare iu caso di rotte agli argini stessi, ed in fine quale la distruzione, che seguirebbe da una di dette rotte? A tali inconvenienti bisogna che si prepari chiunque ha l' ardire di far violenza con l' arte alla disposizione della natura, che sebbene in qualche menoma parte si lascia regolare dall' arificio degli uomini, nel molto però vuol essere ella la padrona.

Che progetto dunque può mai idearsi utile, e plausibile sulla massima fissa di tenere il Reno lontano dal Po? Niuno per certo, a mio credere, se non sono di quelli, che non risguardano, che i piani delle tavole topografiche, come la maggior parte di quelli, che sono stati fatti per lo passato; che però si possono ben tenere per proposizioni, o progetti, ma non già per rimedi di sorte alcuna, non avendo, nè la proporzione al male, nè la qualità del benefizio, che si richiede in ciò, che ha da essere rimedio: ed in fatti le linee di Volano, di Primaro, di valle in valle, e le più alte proposte nell' ultima visita generale, benchè seriamente ponderate, e ventilate, non sono state approvate per rimedi, ma solamente quelle che terminano al Po grande, come è manifesto da tutte le visite generali, dalle relazioni fatte dopo di esse, e da' due brevi Pontificii, che

tutti si uniscono a dare per unico rimedio l' immissione di Reno nel Po.

Il peggio si è, che non hanno nemmeno la qualità di rimedio temporaneo, almeno nel tempo presente. Altre volte la linea di Volano poteva averlo, perchè nei tempi andati le valli fra il Reno, e l' Idice, erano tutte comunicanti, e sul piano medesimo; e l' introduzione di Reno in Volano, quando avesse potuto sussistere per qualche tempo, le avrebbe preservate dagl' interrimenti, e il Po di Primaro allora basso avrebbe con facilità ricevute le acque di esse valli, e per conseguenza degli scoli. In oggi fattisi enormi interrimenti nelle valli suddette, dai quali vengono circondati i corpi minori di esse, e sostenute le inondazioni nelle campagne poco fa fertili, non basterebbe portare il Reno in Volano, ma converrebbe aprire vasti canali in essi interrimenti con molta spesa, ed incertezza di benefizio, eguale a quella della durazione dell' inalveazione suddetta; atteso che non essendo possibile per difetto di caduta, che sussistesse il fondo presente di Volano, quando i Ferraresi vedessero empiersi di pantano, e di sabbia quell' alveo, farebbero quel che in caso simile fecero di Panaro, ricorrendo al fatto, e levandosi d' addosso il pregiudizio, ed il timore; ed ecco gettata tutta la spesa di quanto si fosse operato. Si aggiunge, che questa sarebbe la più contrastata proposizione di ogni altra, se non dai Principi esteri, al certo dai Ferraresi per l' utile, che ricavano dalla navigazione presente di Volano.

Similmente la linea di valle in valle non può nemmeno più eseguirsi, non essendovi più quei vasti corpi di paludi, che vi erano al tempo dell' Aleotti; che perciò nemmeno è stata motivata ultimamente da' Ferraresi nella visita.

Il proporre operazioni dentro le valli nello stato presente di esse è affatto estemporaneo; le piccole poco o nulla potrebbero giovare; le grandi come che devono essere parte di quel tutto, che una volta ha da essere rimedio reale, non ponno idearsi senza riflesso ad esso; senza questo tutta la spesa sarebbe gettata, e la situazione del Reno non dà luogo d' utile sussistenza a cosa veruna. In altri tempi le operazioni dentro le valli servivano a tener lontano il corso di *Reno*, e le acque torbide, ed effetto di impedire gl' interrimenti cotanto pregiudiciali agli scoli. Ora che il male è seguito, che tutto è interrito, le acque sostenute, perduti i canali, e la speranza di ricuperarli, tutto è vano. L' unica cosa che resterebbe da desiderare, sarebbe, che tutto il corpo di Reno corresse inalveato pel Riazzo Cervella, e che l' alveo di Savena fosse protratto fino alla Salarola; ma indicibili saranno le opposizioni de' Ferraresi, e per quello s' aspetta al Riazzo Cervella forse anche de' Ducali di Modena. Simili operazioni sarebbero anche desiderabili nelle valli di Marmorta, come

l' inalveazione del Sillaro, la regolazione dell' Idice, la protrazione della Quaderna ec. ma come che entreranno a parte di quello, che in appresso sono per dire, per ora basti l' averle motivate, avvertendo solo, che simili intraprese non importano di gran lunga la somma dell' affare.

Convenendo pertanto a misura dell' ordine delle Sigg. VV. Illustrissime star per ora lontano dal proporre l' altre volte proposto rimedio reale, ma convenendo altresì se non si vuole precipitar tutto, progettando aver d' avanti all' occhio lo stesso, io non so immaginarmi, che possano essere messe in tavola altre, che due proposte; l' una d' effetto, e d' esito per noi sicuro, ma difficilissima ad essere ammessa; l' altra non senza opposizione, ma più facile ad ottenersi dalla sovrana autorità di N. S., ed immune da ogni contradizione di Principi esteri, ma altrettanto secondo una parte d' incerta riuscita, e perciò da non escire, che a titolo di esperimento.

Il primo sarebbe di rimettere le cose in pristino, cioè nello stato, in cui si ritrovavano prima della diversione del Reno fatta nel 1604. consisterebbe l' operazione in levare l' intestature dell' alveo vecchio di Reno, quella del Bondeno, e tutte l' altre del Po di Ferrara, e di Primaro, ristorando gli argini, e i cavi, dove si trovasse il bisogno. Con ciò si rimetterebbero le acque in libertà di scorrere dove più le portasse la natura, ed è certo l' effetto, che farebbero, cioè in tempo di piene di Po scorrerebbe un ramo di questo, e gli altri fiumi tutti da Panaro in giù per gli alvei antichi; ma in tempo di acque basse, non vi ha dubbio, che e Panaro, e Reno anderebbero nel Po, e che col tempo si assoderebbe la loro escursione da quella parte.

Forse non vi sarebbero opposizioni di Principi esteri, perchè non potendo i fiumi entrare in Po in tempo di piene, che è quello del pericolo, ma più tosto scaricandosi una parte del Po pel ramo di Ferrara, non avrebbero di che dolersi. Si avrebbero bene, e gagliarde le opposizioni de' Ferraresi, che non amerebbero vedersi il Reno scorrente sotto le mura della città, e si fortificherebbero con i soliti clamori dei Camerali per la fortezza, città, e valli di Comacchio, ma forse concorrendovi qualche buona disposizione di Roma si troverebbero ripieghi.

Per altro la proposta sarebbe con fondamento di ragione, perchè essendo stato levato il Reno dal suo antico alveo (di ragione di Bologna, come comprato dai Duchi di Ferrara) per un interim, e coll' oggetto di escavare il Po, affine di rimettere la navigazione sotto le mura di Ferrara, nè essendo ciò stato eseguito dentro il corso di un secolo, non vi è cosa più giusta, cessando il motivo o per impossibilità, o per impotenza, che ritornare *ad primaeva iura*, e lasciare

che succeda in questo secolo ciò, che senza la diversione sarebbe accaduto nell'antepassato.

Si potrebbe ancora dar fondamento alla proposizione con la speranza, che il Po trovando in oggi linea più breve per andare al mare dalla parte di Ferrara, potesse a forza di prevalente caduta essere dopo sei secoli ricondotto dalla natura ne' suoi alvei antichi.

L'altro progetto da mettersi sul tappeto a titolo di esperimento si appoggia ai principj medesimi del rimedio reale, ed è d'inalveare tutti i fiumi dal Reno al Lamone dentro l'alveo del Po di Primaro.

Se alcuna delle linee proposte altre volte è riuscibile, certo è quella di Primaro, ma nel solo sistema, che dentro quest'alveo confluiscano tutti i fiumi, ed altre acque di sopra accennate.

Si ha per principio indubitato, convalidato dall'esperienza maestra delle cose, che l'unione delle acque correnti tiene, o fa gli alvei profondi, e gli rende meno bisognosi di caduta per portare le acque al mare. Se coll'aiuto degli altri fiumi inferiori si possa spingere il nostro Reno senza quello del Po grande al mare, appresso di me è cosa incerta; egli è ben certo, che minore caduta gli bisognerà in tal forma, che in qualsisia altra, e il solo esperimento può liquidare se quella che si ha, possa essere bastante, e questo potrebbe farsi nella seguente maniera.

Primieramente dovrebbe rimettersi il Lamone nel Po di Primaro per la stessa via del secolo scorso, e dopo introdotto si dovrebbe osservare se il fondo si abbassasse, e quanto, e similmente si diminuisse la maggior altezza dell'acqua. Tutto ciò dovrebbe succedere in vigore dell'accennato principio, e con la norma delle osservazioni fatte nel tempo, che il Lamone fu divertito dal Po.

Osservato il buon effetto si dovrebbe procedere all'inalveazione degli altri fiumi a parte per parte, cioè prima del Senio, poscia del Santerno, ed acque intermedie, indi de' fiumi di Marmorta, ed in fine di Savena, e Reno; e se ripetendo ad ogni nuova inalveazione le osservazioni suddette, l'esperimento fosse sempre favorevole a quelle, che restassero da farsi, sicchè o il piano di campagna con l'aiuto d'argini di moderata altezza si mostrasse atto a patire, e mantenere le inalveazioni tutte, ed a lasciar fondi di fiume, che potessero con l'aiuto delle chiaviche ricevere quelle delle valli, e degli scoli, si potrebbero poi condurre questi ai termini più propri, e adattati al benefizio dei territori; e ciò accadendo si sarebbe fatto un rimedio reale, e corretto in qualche parte l'errore commesso in separare le acque de' nostri fiumi da quello del Po.

Ma se al contrario arrivandosi con le inalveazioni a Savena, e a Reno, si trovasse il piano delle campagne non essere proporzionato

al bisogno, si avrebbe una dimostrazione evidente, non essere possibile l'inalveazione di questi fiumi, che nel Po grande, a meno di tollerare per molti anni ancora i presenti, o maggiori danni.

Tanto mi conosco in debito di rappresentare alle Sigg. VV. Illustrissime per ubbidire nella maniera più doverosa a' loro adorati comandamenti, e per vantaggio d'una patria, che ho sperimentata in ogni tempo tanto benefica, assicurandole che con tutto che per disposizione di destino sia allontanato con la persona dal servizio della medesima, non mancherò però mai d'esserle presente col desiderio di servirla. Di tanto accerto VV. Sigg. Illustrissime, alle quali facendo umilissima riverenza resto

Di VV. Sigg. Illustrissime

Bologna 3. Aprile 1709. (1)

Umo Obbmo ed Ossmo Servitore
DOMENICO GUGLIELMINI.

(1) Tanto l'edizione di Firenze, quanto un MS. esistente in questa Biblioteca dell'Università, portano la data di Bologna, e non di Padova, come pare dovesse essere, stante che in quel tempo l'autore occupava una cattedra nello studio di quella città.

TRE LETTERE

IDROSTATICHE

DI

DOMENICO GUGLIELMINI

LETTERA PRIMA

SCRITTA

DA DOMENICO GUGLIELMINI

A

GOFFREDO GUGLIELMO LEIBNITZIO

CONSIGLIERE E MATEMATICO DEL SERENISSIMO DUCA D'ANNOVER.

Appena nel passato mese d'Agosto aveva posti alle stampe i miei tre ultimi libri della misura dell'acque; che avendone inviato in Firenze al signor Antonio Magliabechi nostro comune amico un esemplare, acciocchè lo mandasse per la prima occasione a voi, vengo dal medesimo avvisato, e della vostra attenzione verso la mia persona, e che Dionisio Papino uomo chiarissimo aveva inserito negli atti di Lipsia, come voi stesso accennavate, alcune obiezioni contro le mie dimostrazioni della misura dell'acque. Confesso, che essendomi già da gran tempo nota la fama di questo dottissimo uomo, e sapendo quale fosse la sua perizia nelle scienze matematiche, subito ho dubitato, che nelle mie dimostrazioni potesse essere scappato qualche errore; imperocchè, non ho mai avuto tanto ardire di credere per infallibili le mie opinioni, onde non avendo ancora nelle mani le sue obiezioni, mi sono posto a considerare, e a riconsiderare di nuovo attentissimamente tutte le mie dimostrazioni, senza frutto però, non avendovi trovato alcun errore. Impaziente adunque andava cercando da per tutto in città, e fuori gli atti di Lipsia, i quali finalmente nel passato Novembre mi furono dati dal padre maestro Gaudenzio Roberti dopo il suo arrivo da Parma. E avendo ne' medesimi letta la relazione della mia operetta inserita nel mese di Febbraio; nel primo poi di Maggio vi trovai le osservazioni del signor Papino appartenenti all'idraulica, e in quelle ho scoperto, che la mia proposizione seconda del secondo libro della misura dell'acque correnti, stampato l'anno 1690. vien piuttosto dall'autore cortesemente esaminata, che impugnata, perchè la mia opinione a prima vista gli pareva, che fosse contraria ad una proposizione da lui inserita nell'anno 1690. negli stessi atti de' letterati, la quale per questo s'impegna di dimostrare in queste osservazioni.

Mi sono tutto rallegrato, quando ho veduto la sua proposizione senza

dubbio dimostrata non toglier punto alle mie dimostrazioni, ed esso chiedere solamente, che se gli levi questo dubbio, il quale levato approverà tutte le mie cose come dimostrate.

Acciocchè adunque dalla parte mia, per quanto posso, mi assicuri di aver soddisfatto a questo dottissimo uomo, dimando a voi il vostro parere, come quello che da tutti siete meritamente annoverato tra li più celebri matematici de' nostri tempi. Imperciocchè in questa lettera, la quale per mezzo dell' eruditissimo signor Magliabechi vi sarà fatta consegnare, voi troverete tutte quelle cose, che mi sono parute a proposito per annichilare le obiezioni, e tor via tutti i dubbi; se voi le stimerete tali, che possono indurre l' animo del signor Papino a non più vacillare circa le mie opinioni, procurate di farne capitar al medesimo, o alli eruditissimi autori degli atti di Lipsia un esemplare, supplicandoli a nome mio, che nel medesimo libro, dove ci sono le obiezioni, soggiungano le risposte.

Ma per non trattenervi di vantaggio, contentatevi che io riferisca qui parola per parola le osservazioni Papiniane impresse negli atti dell' anno 1691. nel mese di Maggio a carte 208. 209. 210. notate tutte con i suoi numeri, a' quali s' avranno da riportare le mie risposte, e sono tali.

Alcune osservazioni di Dionisio Papino circa le materie appartenenti all' idraulica inserite nel mese di Febbraio di quest' anno.

Negli atti degli eruditi l' anno 1691. *nel mese di Febbraio pag.* 74. *si porta la dimostrazione, con la quale il celebre Domenico Guglielmini autore del libro della misura dell' acque correnti si sforza di provare che;* l' acqua che corre per qualche sezione di un canale inclinato, abbia la stessa velocità, che se corresse da un vaso d' imboccatura simile, ed uguale alla sezione, ed altrettanto remota dalla superficie superiore dell' acqua, quanto la sezione si allontana dalla linea orizzontale tirata pel capo dell' alveo. *Parendo che questa proposizione a prima vista abbatta quello, che io l' anno* 1690. *nel mese di Maggio ho riportato negli atti degli Eruditi carte* 225. *acciocchè quest' apparente opposizione non lasci sospesi gli animi de' lettori, stimo cosa opportuna il portare qui una dimostrazione di quello, che ivi avevo semplicemente asserito, e insiememente dimostrerò mancare qualche cosa in quel gran libro, sperando che possa esser una volta riportata dall' autore acciocchè per l' avvenire i lettori non abbiano niente da dubitare. La mia proposizione adunque, come dal luogo citato facilmente si deduce è questa:* l' acqua corrente per un tubo uniforme (1) sempre pieno, ed aperto dall' una e l' altra parte, si muove colla metà della velocità di quella, che correrebbe da un vaso per un apertura simile,

ed eguale al diametro del tubo altrettanto remota dalla superficie dell' acqua, quanto l' apertura inferiore o sia sezione del tubo si allontana dalla linea orizzontale tirata per la bocca superiore dello stesso tubo.

Sia E. G. (fig. 8. tav. 3.) il tubo uniforme EF aperto da tutte le parti, il quale unendosi col fondo del vaso ABCD, e penetrandolo non lo trapassi; il vaso sia così pieno d' acqua, che lo stesso tubo (2) sia da essa continuamente coperto, e si riempia: e per la sommità del tubo si tirino le orizzontali sopra la superficie dell' acqua, conservandosi sempre la medesima altezza. In oltre vi sia un' apertura G nel fondo dello stesso vaso posto orizzontalmente simile, ed eguale al diametro del tubo EF: dico che la velocità per detto tubo è suddupla della velocità dell' acqua, che esce pel buco G. Imperocchè è cosa certissima, che l' acqua discende con egual velocità per tutta la lunghezza del tubo EF (3) mentre le parti inferiori non possono discendere, se lo spazio lasciato non viene riempito nel medesimo tempo dalle parti superiori. Di qui ne viene (4) che l' acqua uscita, se si moverà orizzontalmente (5) colla velocità acquistata nel discendere in tempo eguale, passerà tanto spazio, quanto ne passa col discendere, essendo l' uno, e l' altro moto uniforme, ed equiveloce. Ma il Galileo (6) ha dimostrato, che i gravi colla celerità acquistata nel discendere devono orizzontalmente passare il doppio dello spazio, che discendendo passarono in tempo eguale. Adunque la velocità dell' acqua per E è solamente la metà di quella, che il grave acquisterebbe mentre discendesse dalla medesima altezza, e perciò sarà ancora la metà della velocità dell' acqua per G, essendo manifesto, che la velocità dell' acqua pel buco G, è eguale alla celerità acquistata dal grave nel suo discendere dalla proposta altezza; adunque ec.

Questa medesima verità si potrebbe dimostrare per mezzo del numero dell' impressioni ricevute dalla gravità, considerata la quantità della materia che si è mossa, ma questo lo passerò sotto silenzio per non esser troppo lungo, tanto più che la dimostrazione di sopra portata, non può esser negata da alcuno, per via della quale rimane provato (7) che i fluidi non seguitano sempre le medesime leggi dimostrate dal Galileo circa i gravi descendenti, come anco è falso il fondamento, nel quale si appoggia la dimostrazione del famoso Guglielmini.

Confesso però (8) che il caso proposto da questo eccellente uomo differisce qualche poco dal nostro, perchè io suppongo il tubo sempre pieno, ed aperto solamente in due estremi, ed egli un canale, che non solamente sia aperto da due parti per ricevere, e buttare l' acqua, ma ancora sia scoperto per tutta la sua lunghezza, e in se ammetta l' aria: benchè questa disparità di casi non si possa negare, ad ogni

modo ci rimane (9) *una assai grande convenienza cavata dalla natura de' fluidi, così che non possa veramente ammettersi l' opinione di questo eruditissimo uomo* (10) *essendo le parti superiori nel canale sempre diversamente agitate per la diversa velocità delle parti inferiori. Questo non succede ne' gravi, della discesa de' quali ha già trattato il Galileo* (11) *ed acciò la cosa si conosca più chiaramente, si guardi la figura nove, nella quale si suppone* AB (*tav.* 3.) *essere il fondo del canale eguale per tutta la lunghezza, i cui lati assieme col fondo facciamo angoli retti, e sia la lunghezza* AB *divisa in quattro parti eguali ne' punti* C, D, F; *è manifesto, che il grave discendente per lo piano* AB, *acquisterà in* B *una velocità doppia di quella, che aveva acquistata in* C. *Adunque se l' acqua seguitasse le medesime leggi, dovrebbe nel punto* B *riempiere nel canale una mezza parte solamente di quella, che riempiva in* C; *e la ragione è chiara, perchè correndo la medesima quantità d' acqua nello stesso tempo per tutta la lunghezza del canale, la di lui altezza dee essere tanto minore, quanto maggiore è la velocità acciò la lunghezza della colonna acquea che passa in* B, *resti compensata dalla crassezza di quella, che corre in* C; *e perciò, se l' acqua in* C *riempie il canale insino ad* E, *quando sarà pervenuta in* B *arriverà solamente fino a* G, *supponendosi* BG *subdupla della stessa* CE. *Si fa dunque chiaro che l' acqua che sta in* E, *non discenderà per lo piano* EH *paralello all' altro* CB, *il che dovrebbe seguire secondo le leggi dimostrate dal Galileo, ma bensì discenderà per un piano molto più inclinato: anzi quell' inclinazione non è uguale per tutta la lunghezza del canale, ma quanto più ci accostiamo alla cima, tanto maggiore diventa l' aumento della velocità, data un' inverta lunghezza del canale. Mi pare adunque, che il nostro ingegnosissimo autore* (12) *abbia errato in questo, cioè abbia stimato doversi discorrere nella medesima maniera circa i fluidi discendenti come circa i gravi supposti dal Galileo, e perciò a rendere l' opera compita, gli resta solo da cercare* (13) *quale sia la linea* EG, *secondo la quale la superficie dell' acqua corrente dee declinare nel canale. Da qui facilmente comprenderemo quanto sia l' area dell' acqua in qualunque luogo si faccia la sezione, e da diverse aree di diversi segamenti, si raccoglieranno diverse velocità ne' medesimi luoghi. Tutto questo mio pensiero sicuramente credo, che sarà ricevuto in buona parte da quell' uomo eccellentissimo.*

Adunque dalle apportate osservazioni del signor Papino chiaramente si conosce, che noi disconvenghiamo in questo, che egli pretende, che sia falsa la mia proposizione, colla quale stabilisco, che *l' acqua che corre per qualche sezione d' un canale inclinato, abbia la medesima velocità, che avrebbe se corresse da un vaso per un' apertura simile, ed eguale alla sezione, altrettanto remota dalla superficie*

dell' acqua, quanto la sezione dalla linea orizzontale tirata per lo capo dell' alveo. Al contrario poi esser vera la sua asserzione nella quale dice: *l' acqua corrente per un tubo uniforme sempre pieno, ed aperto dall' una, e l' altra parte muoversi colla metà della velocità di quella, che correrebbe da un vaso per un buco simile, ed eguale al diametro del tubo, altrettanto remoto dalla superficie dell' acqua, quanto l' apertura inferiore, o sia segamento del tubo dalla linea orizzontale tirata per la sommità del tubo.* E per levare ogni occasione di contradizione dimostrerò in primo luogo, che la proposizione del signor Papino poteva stare colla mia, essendo differenti le supposizioni dell' uno, e dell' altro, e secondariamente farò palese l' errore, e la falsità della detta proposizione; in terzo luogo renderò manifesta la vera proporzione della velocità nel tubo, alla velocità di qualunque sezione nel fondo del vaso, senza aver per altro riguardo alla similitudine, e dissimilitudine della sezione del tubo, e dell' apertura inferiore del vaso, non potendo questa in alcuna maniera variare la proporzione della velocità.

Primieramente suppone l' insigne Papino, che (n. 1.) l' acqua pel tubo FE corra in tal maniera, che riempia sempre la di lui cavità, dal che per via del corol. 2. prop. 5. lib. 1. della mia misura delle acque correnti si deduce esser equabile la velocità dell' acqua pel tubo. Ma siccome l' acqua instigata solamente dalla sua natural gravità, va all' ingiù con moto accelerato, è evidente, che l' equabile velocità del tubo nell' acqua differisce necessariamente dalla natura, e conseguentemente è supposta tale proposizione dal signor Papino, ma non già da me nel mio trattato, perchè la suppongo libera, e sciolta da tutti gli impedimenti, come apertamente accennai nella prima definizione del libro primo, ed è tale. *Per nome d' acqua corrente intendo quella, che a cagione solamente della propria gravità passa per i letti de' fiumi, o de' canali, e pende verso il centro de' gravi*, e nel primo assioma escludo gli impedimenti *del contatto*, *unione*, e *tutti gli altri esterni*. Se la proposizione adunque del signor Papino suppone alterato il momento dell' accelerazione, e la mia, libero; è manifesto, che non sono contrarie tra di loro, e che possono essere l' una, e l' altra vera in diverse proporzioni. Ma (n. 8.) conosce egli ancora la disparità de' casi, perciò non mi tratterrò più lungamente in questo, ma paserò ad esaminare la dimostrazione della stessa proposizione.

Supplico l' erudito oppositore a ricevere in buona parte i miei dubbi, i quali riporrò qui, acciocchè, se qualcheduno sostenesse mordacemente, l' asserita grandissima convenienza al (n. 9.) dedotta dalla natura de' fluidi tra l' una, e l' altra proposizione, conosca che non essendo abbastanza dimostrata l' opinione del signor Papino, nulla

questa può nuocere alla mia dimostrazione. Non perciò nego, che l' acqua (n. 81) discenda con equabile velocità per lo tubo EF sempre pieno, imperocchè questo medesimo poco fa l' ho dimostrato; ma soggiungo bene, che ciò accade per la resistenza dell' aria verso l' orificio E, e nella medesima maniera, che s' alza il flusso dell' acqua ne' sifoni attraenti di due braccia, se essi sono eguali; perchè essendo disuguali si fa il corso più veloce per lo braccio, che attrae, se esso è più lungo dell' altro, restando per altro sempre piena la di lui cavità per diverse circostanze. Conforme io provo (n. 4.), *che l' acqua esella dall' apertura E, se continuerà a muoversi orizzontalmente colla velocità acquistata in tempo eguale nel suo discendere, passerà altrettanto spazio, quanto ne passò discendendo*. Non provo già (n. 5.) *che continui a muoversi colla velocità acquistata nel discendere*. Mentre supponendosi, che l' acqua si muova uniformemente nel tubo EF, non si farà mai alcun accrescimento di velocità, ma in F riterrà quella, che aveva in E, e la medesima conserverà ancora, se si moverà orizzontalmente. Dopo questo, (n. 6.) soggiunse. *Il Galileo ha dimostrato, che i gravi colla velocità acquistata nel discendere in tempo eguale devono correre orizzontalmente il doppio dello spazio che hanno passato discendendo, adunque la velocità dell' acqua per* E *ec.* Qui sì che dimanderei volentieri al sig. Papino per qual ragione mi porti le proposizioni del Galileo, parlando del moto de' fluidi, quando mi oppone (n. 7.) che *i fluidi non seguitano sempre le medesime leggi dimostrate dal Galileo ne' gravi che discendono*, e più a basso (n. 12.) dice che io *ho sbagliato per aver creduto doversi discorrere nella medesima maniera de' fluidi discendenti, che dei gravi supposti dal Galileo*. Imperciocchè, se si ha da discorrere diversamente de' fluidi gravi, e de' solidi, che discendono, e se i fluidi non seguitano sempre le leggi de' solidi, che vanno all' ingiù, mal fa egli a servirsi delle proposizioni del Galileo per sostenere la sua dimostrazione, la quale secondo il suo istesso parere sarà di niun momento, se prima non dimostrerà, che questa conviene colle leggi de' fluidi, cosa difficile da farsi, quando (come egli stesso suppone) queste leggi dell' accelerazione si adempiscono perfettamente nella discesa de' gravi liberi, e non in quella de' gravi imbrogliati, ed incalzati. Ma con tutto ciò concediamo, che si possano applicare le proposizioni del Galileo a qualunque sorta de' gravi, che liberamente cadono; siccome poi dimostrerò, che veramente si può fare, senza errore alcuno, purchè si osservino le supposizioni, e gli stessi termini. So che il Galileo ha dimostrato la sopraddetta proposizione *nel scol. della prop.* 23. *Del moto accel.* Ma il sentimento è che se il grave con velocità accelerata casca da A in B (*fig* 10. *tav.* 3.), così che in B abbia la maggiore velocità, e da B mantenendo lo stesso grado

di velocità si muova uniformemente per BC, lo spazio BC passato in tempo eguale alla discesa sarà doppio di quella, e questo perchè nella prima proposizione dimostra, che la velocità massima acquistata in B è doppia della velocità, che avrebbe avuto il mobile, se movendosi da A gli fosse convenuto passare tutto quello spazio con moto uniforme nello stesso tempo, che viene corso da uno, che si muove di moto accelerato. Come poi si possa applicare questa proposizione al caso, del quale presentemente si discorre, io non lo so, e forse non vi sarà alcuno che lo sappia. Imperocchè acciò potesse aver luogo bisognerebbe dimostrare, che il moto per FE è accelerato come suppone il Galileo, cosa contraria affatto al supposto della proposizione che ricerca il moto equabile, ed allora poi si sarebbe potuto argomentare, che la velocità in E, o G (*fig.* 8. *tav.* 3.) è doppia di quella velocità, colla quale l'acqua da F in E sarebbe calata uniformemente *nel medesimo tempo*, che si consumerebbe, se con moto accelerato da F discendesse in E: ma se questa celerità uniforme sia poi la stessa velocità E, ha seco la medesima difficoltà, che la proposizione, la quale si pensa di dimostrare, imperciocchè non basta, che il moto sia uniforme per tutto il tubo FE, acciò sia fatto in egual tempo del moto accelerato da F in E, altrimenti, come da se è manifesto, non si distinguerebbero i diversi gradi di velocità, tra diverse velocità uniformi. Laonde il primo errore in questa dimostrazione è, che il letterato Autore suppone il moto dell'acqua pel tubo FE uniforme, ed insiememente accelerato, il che è impossibile, il secondo, che suppone quello che si ha da provare, cioè che il grado della velocità equabile per FE è sudduplo del grado massimo in E acquistato coll'accelerazione, o perchè non ha distinti i gradi de' moti equabili, come sarebbe stato necessario.

Ma per rendere la pariglia al gentilissimo, e cordialissimo Censore mi sia lecito di avvertire: che la sua proposizione ne' termini, ne' quali è portata, non aggiuntavi altra condizione è impossibile, mentre pretende (n. 2.) che la sommità del tubo F si trovi nello stesso piano della superficie dell'acqua, e che il tubo FE sia sempre pieno, le quali cose non possono star insieme, perchè l'aria, deprimendo la superficie dell'acqua in F, necessariamente subentrerà nel tubo, non potendo un sottilissimo velo dell'acqua, o sia quasi punto acqueo resistere alla pressione dell'aria in F, e perciò il tubo non potrà sempre essere pieno d'acqua, come si suppone. Al contrario poi, volendosi salvare la supposizione del tubo pieno, bisognerà abbassare l'apertura F sotto la superficie dell'acqua, e così (n. 2.) *le orizzontali tirate per la sommità del tubo, non saranno nella superfice dell'acqua*, come viene supposto per determinare la velocità in E. Nè si può rispondere essere la proposizione astratta, e per così

dire dimostrabile nel vacuo, come si suole fare da' matematici; perchè supponendosi il tubo sempre pieno, questo non si può ottenere senza l' impedimento dell' aria in E, la quale o per l' ampiezza del tubo, o per qualche altra cagione potendo nell' istesso penetrare, va subito per terra la supposta pienezza del tubo, e conseguentemente l' uniformità del moto. Nè pure si può prescindere da quest' aria in F, e ammetterla in E, perchè il moto non sarebbe all' ingiù da F in E, ma all' insù da E in F, e se poi si prescindesse in E, e si ammettesse l' aria solamente in F, per doppia ragione allora si torrebbe al tubo la supposta pienezza, tanto per lo levato impedimento all' apertura E, quanto anche a ragione di una più forte pressione dalla parte F, come chiaramente si conosce dalle leggi idrostatiche, ed aereostatiche.

Si potrebbe per altro evitare la predetta impossibilità, e supplire al mancamento con l' aggiunta d' una condizione, la quale forse è stata a bella posta tralasciata, cioè che il vaso ABCD nella parte superiore sia turato nello stesso piano dell' acqua da una laminetta AD, e perchè in questo modo non s' impedisca il flusso dell' acqua, vi sia sempre la necessaria quantità sufficiente a mantenerlo, si potrebbe conservare il vaso sempre pieno da qualche fistola QRS, che fosse congiunta lateralmente, e comunicasse con esso, aperta nella parte superiore, e nello stesso piano AD, avvertendo però di tenerla sempre piena nel tempo, che segue il flusso per FE.

Solamente è adunque noto, che nella proposizione si chieggono alcune cose superflue, pretendendosi l' orificio G simile, ed eguale al diametro del tubo (meglio alla sezione, che passasse per l' asse del tubo) ancorchè la velocità non dipenda dalla grandezza della sezione G, o del buco E; ma dall' altezza dell' acqua, la quale restando la medesima, la velocità anche rimane l' istessa in qualsivoglia punto dell' apertura G o maggiore, o minore che sia, purchè ei sia orizzontale, come si dee supporre. S' inganna adunque malamente il sig. Papino, quando crede di avere dimostrata la sua proposizione, e d' avere abbattuta la mia, che col Galileo suppone il moto dell' acqua come grave, essere accelerato, ed essere accelerato colla stessa proporzione, che dimostra quel grand' uomo.

Ma per rimuovere tutti i dubbi dimostrerò, che la velocità E è eguale alla velocità G, benchè il cannello EF sia sempre pieno, come dal sig. Papino si suppone: e da questo conosceremo la mirabile costanza della natura, la quale essendo sempre uniforme, opera anche sempre secondo le medesime già stabilite leggi. Ma avanti di proporre la predetta dimostrazione.

Suppongo in primo luogo quello, che da nessuno può esser negato, cioè che l' aria egualmente prema nell' uno, e nell' altro orifizio

FE, perchè la differenza, che v' è tra l' altezza dell' aria sopra F, e sopra E, è tanto piccola, che da' matematici in casi di questa sorta, è giustamente disprezzata; ma pure se vi sarà ancora qualcheduno, che ne voglia far conto, dalla mia dimostrazione facilmente ne avrà il modo di poterla computare.

Secondariamente suppongo, che la pressione dell' aria è limitata, e che a questa ancora nella bilancia naturale, volendoci noi servire della frase del celebre Sinclario, o nel barometro Torricelliano, vi si trova l' equivalente negli altri corpi fluidi, cioè nel mercurio, acqua, olio, spirito di vino ec. i quali tutti conforme la loro specifica gravità, si equilibrano ad una certa altezza col peso dell' aria; dall' esperienze essendo noi stati ammaestrati, che tutto il peso dell' aria viene equilibrato da 33. piedi d' acqua, che vengono sollevati a quell' altezza nel tubo del famoso Torricelli.

In terzo luogo finalmente suppongo, che il moto si faccia dalla potenza, e che venga impedito dalla resistenza, senza fare alcuna differenza, tra le potenze che procedono da diversi corpi, e perciò qualunque sia il corpo che muove, e resiste non si varia il moto, e in vece d' uno si può sostituire un altro corpo, purchè omologamente in essi sieno le potenze, e resistenze eguali, come spessissimo si fa da' meccanici, i quali considerano la potenza in se, ma non già il corpo, che ha tal potenza.

Ma già come si propose, portiamo la nostra dimostrazione; e perchè l' aria preme contro l' orifizio E, (*fig.* 8. *tav.* 3.) s' intenda il cannello FE rivolto verso C, dipoi allungato sino in N all' insù, talchè l' altezza dell' orifizio N sopra a E, sia tanta, che il cannello GN, di diametro eguale ad FE, possa capire tant' acqua, quanta serve ad equilibrare tutta la pressione dell' aria, cioè piedi 33. e si supponga, che sopra N sia tolta ogni pressione d' aria. Similmente prolunghisi il cannello RS in I, e l' altezza SI sia eguale all' altezza del cannello GN, di maniera che possa contenere tant' acqua, quanta basta a premere la superficie dell' acqua G, con egual momento alla pressione di tutta l' altezza dell' aria, supponendo, che sopra I non vi sia aria, come si è supposto di sopra. S' intendano i lati del vaso ABCD, essere prolungati alla predetta altezza alti, acciocchè possano mantenere l' acqua all' istessa altezza, che è in CN, o SI; dopo questo il vaso ABCD, ed i cannelli ISRQ, ECN, si suppongano ripieni d' acqua, è manifesto da quello, che hanno detto di sopra, che essendo stato sostituito al peso dell' aria in S, un egual peso del cilindro d' acqua IS, ed al peso dell' aria in E, un altro eguale del cilindro d' acqua NE, il moto, o la velocità dell' acqua resterà la medesima di prima: e se il cannello IS si conserverà sempre pieno, il moto ancora nel medesimo cannello FE continuerà ad essere lo stesso. Laonde

supponendosi il cannello ECN uniforme al tubo FE, dalle cose già dimostrate ne segue, che la medesima velocità, che è in FE sia ancora in GN, e nel passare per l' apertura N. Esce adunque l' acqua colla medesima velocità da N, che da E, benchè si tolga via il cannello ECN; e perciò se si tirerà per N una linea orizzontale, che seghi il cannello SI nel punto M, manifesta cosa è, che l' acqua caderà da H colla stessa velocità, che caderebbe da I in M, secondo ciò che ho dimostrato *nella prima proposizione del libro secondo della misura dell' acque correnti*. Ma anche IM è eguale alla PG, (perchè essendo SI, CN eguali, i residui IM, LC dovranno rimanere eguali, ma LC è eguale a PG, adunque ancora IM sarà uguale a PG) e però l' acqua escirà da N, o pure da E con quella velocità, che avrebbe avuta, se fosse discesa da P in G; ma la velocità in G, è ancora la medesima di quella, che avrebbe un corpo, che si movesse da P in G; adunque la velocità in E è uguale alla velocità in G, il che si doveva dimostrare.

Perciò consideri il mio dottissimo oppositore come anco in questo caso sia vera la mia proposizione, che *l' acqua corrente per qualche sezione d' un canale inclinato abbia la medesima velocità, che avrebbe, se uscisse da un vaso per un' apertura simile, ed eguale alla sezione, altrettanto remota dalla superficie dell' acqua, quanto la sezione è dalla linea orizzontale tirata per lo principio dell' alveo*; ogni qual volta però s' intenda della sezione inferiore del cannello E, imperocchè se s' intenda delle sezioni F, N, O, allora veramente non si potrà verificare la mia proposizione, ma come appresso si vedrà le velocità in F, N, O sono violente; essendo dirette dalla velocità dell' orifizio E, che solamente è naturale.

Ma è di non poca maraviglia l' osservare, in che modo convenga l' istessa esperienza colla dimostrazione. Ne' giorni scorsi per indagare meglio la verità, e la forza della proposta dimostrazione, pigliai un vaso di legno ABC, ed adattai ad un buco come sarebbe in E, il cannello uniforme di vetro inclinato come FE, incollando ogni fessura diligentemente, e riempito il vaso d' acqua, tanto che la sommità del cannello E fosse nello stesso piano della superficie dell' acqua, e subito aperto l' orifizio E, che prima io aveva turato col dito, e ponendovi via via dell' acqua, acciocchè la superficie di essa rimanesse alla medesima altezza della linea orizzontale, scappò l' acqua per lo cannello FE, ma in tal maniera che l' aria subentrando dalla parte F, il cannello non gettava stando pieno, come di sopra ho fatto avvertire. Per tanto tagliai un tantino il tubo nella parte superiore H, acciocchè l' orifizio superiore fosse sommerso circa un grosso dito sotto la superficie dell' acqua, pure vi penetrò l' aria di sopra, ed il cannello restò in qualche parte voto. Finalmente tagliato il cannello circa

due dita sotto, gettò stando pieno, e raccolta l' acqua che passò in un certo tempo, fu pesata, e fu trovata sempre nella stessa quantità di quella, che in qualunque tempo uguale uscì dall' orifizio E, avendo sempre più sminuito il tubo, sinchè vi rimase il puro orifizio E: segno chiaro, ed evidente, che sempre fu per l' appunto la medesima velocità dell' acqua, che passò per E colla maggiore, minore, ed anco con niuna lunghezza del tubo EF, come colla mia dimostrazione io aveva accennato.

Ma per ora voglio trattenermi un poco in fisica, e indagare la cagione della maggiore velocità in O, ed N, di quel che possa essere impressa dall' altezza della soprastante aria, imperocchè a prima vista pare un paradosso, che la velocità dell' orifizio E, come per via di una attrazione, o di virtù magnetica regga le velocità superiori. Per la qual cosa considero, che l' acqua contenuta dentro il cannello FE, è sospinta dalla pressione dell' aria da ambedue le parti, e come continuamente trattenuta, e di qui ne segue, che il cannello si conserva pieno; ma anche perchè l' acqua del cannello FE gravita secondo la sua altezza v. g. PG, ne nasce, che la pressione fatta ad E, per via della direzione FE, sia composta dalla pressione di tutta l' aria, o pure dall' equivalente di una mole d' acqua alta 33. piedi, e di più dall' altezza dell' acqua, che si trova nel vaso PG, adunque questa pressione sarà molto più potente, che la pressione fatta in E per la direzione TE, o CE, la quale equivale alla sola pressione dell' aria, cioè dell' acqua alta 33. piedi. Laonde se non fosse d' impedimento la pressione dell' aria ad E, è chiaro che la velocità in E sarebbe quella, che è propria dell' acqua che discende dall' altezza di 33. piedi accresciuta dall' altezza PG, e che la medesima velocità potrebbe essere impressa dalla sola altezza dell' aria superiore in qualunque sezione del tubo FE; ma perchè l' aria resiste in E, così si vanno contemperando a vicenda questi momenti, che equilibrate dall' una, e l' altra parte ad F, e ad E queste contrarie eguali forze dell' aria, si ha in E quella velocità, che è propria solamente dell' altezza dell' acqua PG. Avendo adunque l' acqua, per via della pressione PG, in E una velocità di escire competente alla sua pressione, e questa in tutte le sue parti, ed avendone poi in V una minore a cagione della minor pressione, di qui ne segue, che essendo uguali gli segamenti, e disuguali le velocità, l' acqua E debbe allontanarsi dall' acqua V, imperocchè si scarica per E più acqua, di quella che possa ricevere la sezione V; con la velocità conveniente alla sua pressione, adunque cessa la resistenza inferiore tra E, e V, e conseguentemente la pressione dell' aria in F, per quanto le è permesso dalla resistenza in E, nel tubo FE spigne l' acqua con tutta la maggiore forza. Ma avendo noi di sopra fatto vedere, che la velocità E

non è altro; che la maggiore forza d' una pressione sopra l' altra, è manifesto, che la pressione dell' aria superiore, caccia l' acqua dentro il cannello FE, colla velocità E, propria della pressione PG, e conseguentemente che cessa ogni attrazione alla parte E, e che tutto questo negozio procede dalla sola pressione dell' aria. Da tutto questo resta provato, che il moto dell' acqua pel cannello non è puramente naturale, e dipendente dalla sola gravità, ma bensì (come sopra accennai) violento, e simile a quello, che si fa nelle trombe per forza dell' embolo; il qual moto non ho mai supposto nella mia proposizione, nella quale suppongo il moto dell' acqua *nascere dalla sola gravità, ed essere libero affatto da ogni impedimento*.

Levata in questo modo, come credo, la causa, per la quale fu opposto alla mia proposizione, adesso mi rimane solamente da rispondere alle obiezioni, la prima delle quali è (n. 7.) *che i fluidi non seguitano sempre le medesime leggi dimostrate dal Galileo circa i gravi che discendono*, soggiungendosi poco più giù nello stesso numero: *mi pare adunque che questo insigne Autore abbia errato per aver creduto, che si dovesse discorrere nella medesima maniera de' fluidi discendenti, che de' gravi supposti dal Galileo*.

La seconda obiezione è quando (n. 9.) dice, che benchè vi sia qualche poco di differenza tra' supposti della mia, e sua proposizione, *vi rimane ad ogni modo una assai grande convenienza proveniente dalla natura de' fluidi, talchè l' opinione del sig. Guglielmini apparisce non avere sussistenza*, e ne rende la ragione.

La terza difficoltà è quando (n. 10.) dice, *che sempre variamente le parti superiori nel cannello vengono agitate secondo la diversa velocità delle parti inferiori, e la cosa diversamente cammina ne' gravi, de' quali trattò il Galileo*.

In quarto luogo prova (n. 11.) la sua asserzione con una particolare dimostrazione con queste parole: *ed acciocchè questo più chiaramente s' intenda, consideriamo la figura nove, dove* AB *si suppone essere il fondo del canale, ec.* quasi sino alla fine.

In quinto luogo dice (n. 13.) che a me *resta solo il cercare, quale sia la linea* EG (*fig.* 9. *tav.* 3.) *secondo la quale la superficie dell' acqua corrente nel canale si dee inclinare, imperocchè da quì si conoscerà quanta sia l' aria, in qualunque luogo si faccia la sezione, e dalle diverse aree delle sezioni, si raccoglieranno ancora diverse velocità ne' medesimi luoghi*.

Debbo io dunque soddisfare al sig. Papino, circa le proposte difficoltà, acciocchè egli approvi le mie dimostrazioni. Per tanto nella prima difficoltà, mi pare, che si cerchino due cose, una è se i fluidi che discendono, nella loro discesa accelerino il moto: l' altra se posta questa accelerazione, nella discesa dell' acqua, vengano osservate le

leggi, che si credono dall' oppositore dimostrate dal Galileo per la sola discesa de' solidi.

Il primo dubbio resta sciolto dall' osservazione della natura, imperocchè l' acqua andando verso il centro colla sua naturale e libera gravità, acquista sempre maggiori gradi di velocità, come si può vedere ne' canali, che sono molto inclinati, ne' quali le sezioni inferiori si fanno minori delle superiori, rimovendosi però tutti gli impedimenti, come spesse volte io stesso ho osservato, ed ognuno può liberamente farne la sperienza. L' ingegnosissimo padre abate Castelli si dichiara d' avere osservato lo stesso, *nell' coroll. 2. alla prop. 4. del lib. 2. della misura dell' acque correnti. E fu cosa degna d' essere osservata, che crescendo l' acqua per detto canale, la sua altezza viva era diversa in diversi siti del canale, cioè sempre minore quanto più si avvicinava alla sboccatura*, e questo è lo stesso che dire, che la velocità diviene sempre maggiore, e maggiore secondo la maggiore distanza dal principio del moto, mentre corrispondono sempre le velocità reciprocamente alle sezioni, e nell' apportata esperienza all' altezze delle sezioni. Per questa ragione ancora l' acque, che liberamente cadono, come sarebbe quelle, che discendono da' tetti, come comunemente viene osservato s' assottigliano, crescendo la velocità, se le fila componenti non vengono separate dall' aria, cosa che spesse volte in una tal qual distanza suole accadere. Questo stesso può osservare il signor Papino diligentissimo sperimentatore, nel cannello proposto nella sua proposizione, dal quale benchè pieno entrando l' aria non esce più l' acqua, e ritroverà che nell' ingresso dello stesso l' acqua occupa una molto maggiore circonferenza dell' orifizio, che nell' escita dallo stesso cannello, come è accaduto a me di osservare, mentre faceva questa esperienza; ma questo fu molto prima conosciuto da' mugnaj, e da altri artefici di macchine, che sono mosse dall' acqua, facendo questi a bella posta che l' ale delle ruote si trovino sotto l' acqua, che cade da qualche luogo alto, acciocchè girino più presto, mentre per esperienza sanno, che questo più veloce moto difficilmente si potrebbe ottenere dalla sola gravità dell' acqua, ovvero anche dalla caduta di quella da piccola altezza. A questo si aggiunge la curvità degli spilli, o sieno orizzontali, o inclinati, la quale necessariamente dipende o da due moti, ovvero piuttosto da due principj, o direzioni di moto, de' quali moti se l' uno, e l' altro sarà equabile, la linea non potrà mai essere curva, perchè essendo nel nostro caso la discesa proporzionale al tempo per l' uniformità del moto, le linee della caduta saranno sempre proporzionali a' segmenti pigliati nella linea della direzione, v. g. orizzontale, nella quale il moto è necessariamente equabile, ed in conseguenza la linea del moto retta; come può conoscere ognuno, e specialmente il signor Papino

molto pratico delle leggi della statica. Si può aggiungere a tutte queste cose l'autorità del Torricelli, del Balliano, e del Mariotte, e di molti altri matematici famosissimi, i quali tutti non solo hanno accordato all'acqua il moto accelerato, ma di più anche le stesse leggi, che il celebre Galileo, la cui fama viverà immortale, ha generalmente dimostrate de' gravi che discendono.

Pertanto venghiamo alla seconda parte della difficoltà, quale è, se l'acqua che cade abbia la medesima proporzione d'accelerazione, che hanno gli altri gravi. Per istabilire questo bisognerebbe di nuovo rifare i principj del Galileo, ed interrogare il mio dottissimo oppositore, se anche l'acqua, *che parte dalla quiete in tempi eguali, acquista eguali momenti di velocità*, e se ha difficoltà di ammettere il postulato dello stesso Galileo da lui poi dimostrato, come si può vedere nella giunta stampata dopo la sua morte *alla proposizione seconda del moto accelerato*, cioè che i gradi di velocità della stessa acqua acquistati in diverse inclinazioni di piani, allora sieno uguali, quando sono uguali l'elevazioni de' medesimi piani; le quali cose se non rigetta, dee prima di riprovare le mie dimostrazioni, assegnarne i paralogismi colla dimostrazione del Galileo; ma al contrario rigettandole, o è tenuto di mettere in campo principj più evidenti d'idrostatica, ovvero con qualche forte dimostrazione fare toccare con mano la falsità di quelli del Galileo. Ma per dimostrare, che i fluidi gravi sono sottoposti alle medesime regole dell'accelerazione de' solidi, primieramente pare che non poco conferisca a ciò, che le velocità provenienti dalla pressione crescono in proporzione suddupla dell'acqua, nella medesima maniera per l'appunto, che fece vedere il Galileo circa i solidi, che cascano oppure discendono per piani inclinati. Secondariamente, che la medesima ed universale causa di gravità, e d'accelerazione in tutti i corpi discendenti (nello stesso fluido nel quale si fa il moto) qualunque essa si sia, debbe partorire proporzionatamente lo stesso effetto in tutte le parti della materia; ma circa questo coll'aiuto di Dio in un altro luogo, nel quale porrò in paragone alcuni principj statici da me ultimamente trovati co' fenomeni della natura.

Ma tra tutte l'altre ragioni, ed autorità abbia il suo luogo l'opinione dello stesso ingegnosissimo Papino, il quale nel *Suctore Rotatili, et pressore Hassiaco*, del quale ne ha data una accuratissima descrizione al publico *negli atti degli Eruditi di Lipsia l'anno* 1689. *nel mese di Giugno a pag.* 317. nel quale volendo, che si accomodi il cannello verticale al buco, dal quale con grand'impeto dee poi escire l'acqua, dice a carte 321. *Questo adunque si dovrà osservare, che la capacità de' cannelli che si cresca colla stessa proporzione, colla quale la velocità dell'acqua che sale si sminuisce, imperciocchè così seguirà, che la medesima quantità dell'acqua passi nello stesso*

tempo. E più di sotto mostrando il modo, col quale si debbono formare questi cannelli, conformandosi alla dottrina del dottissimo Galileo, stabilisce che in quelli i diametri di tutte le sezioni sieno riciprocamente tra loro in proporzione subquadrupla delle loro altezze, cioè delle distanze dal segno al quale l'acqua col concepito impeto può arrivare. Il che stabilito è facil cosa il dimostrare col metodo analitico, che il ritardamento dell'acqua ne' condotti verticali procede per numeri caffi verso l'unità, e che per conseguenza l'accelerazione cresce per numeri similmente caffi principiando dall'unità, o pure, che è lo stesso, che le velocità dell'acqua nel discendere sono tra loro in suddupla ragione degli spazi passati: e nel salire, degli spazi che debbono passare, come veramente non può assegnarsi altro principio per mostrare l'asserita figura de' cannelli. Dalle quali cose è chiaro, che il signor Papino non solamente ammette la medesima accelerazione tra i gravi fluidi, e solidi, ma anco le leggi, che io aveva pigliato dalla dottrina del Galileo.

Perlochè avendo io tenuto lo stesso metodo nel filosofare de' fluidi, che scendono, che il Galileo de' solidi, nessuno errore avrò fatto, per altro sono pronto a concedere al signor Papino (n. 7.) *che i fluidi non seguitano sempre le medesime leggi dimostrate dal Galileo de' gravi discendenti*. Ma allora solamente, quando non sono liberi nello scendere da tutti gl'impedimenti, il che senza dubbio accade ancora ne' solidi, imperocchè so anche io, che non s'accelerano i pesi eguali degli orologi, che nel discendere gli fanno muovere, siccome so, che neppure acquistano maggiore velocità l'acque, che corrono per canali curvi, e pel tubo Papiniano. Ma questa ritardazione di moto non nuoce punto alla mia dottrina, per avere io supposto nella controversa proposizione, il moto libero, aspettando di parlare del ritardamento della velocità nell'altra parte, che io aveva promesso, come poi ho fatto *nel libro quinto, e precisamente nella proposizione* 10. *e* 12. Imperocchè nel metodo da me pigliato è stato necessario prima di supporre, che l'acqua corrente per i letti de' fiumi non fosse ritardata da alcuno ostacolo; sì perchè fisicamente parlando, il caso non solamente è possibile, ma ancora frequente ne' canali, volgarmente detti regolati, e perciò se ne deve fare qualche stima; come anche, perchè se non è impossibile, almeno sarebbe una cosa molto lunga, ed imbrogliatissima il volere considerare a parte tutti gli impedimenti, come per esempio l'unione scambievole delle particelle dell'acqua: il soffregamento col fondo, e colle sponde del letto: le tortuosità facili ritrovarsi in qualunque fiume, molto più d'ogni altra cosa dannose all'accelerazione: i venti contrari al corso dell'acqua: un fiume che entra nell'altro: i pignoni alzati per sostenere le sponde, e per rompere la forza dell'acqua negli alvei

fatti a mano: la disuguaglianza delle sezioni, e simili altri impedimenti; oltre che quando anche avessi stabilito di dimostrare tutte le predette cose, e perfettamente mi fosse riescito il disegno, la fatica sarebbe stata buttata, senza prima conoscere qual fosse la velocità, che doveva essere sminuita dagl' impedimenti; cioè il grado della velocità naturale, che poi viene ritardato da' sopraddetti ostacoli. Ma finalmente mi pare in un certo modo di indovinare, che senza le precedenti cognizioni, e dimostrazioni del lib. 2. non sarei mai arrivato alla seconda proposizione del libro 4., la quale confermata dall' esperienza, è servita di fondamento alla regola generale dimostrata nella proposizione 7. dello stesso libro; dalla quale sono stato condotto, quasi per mano, a misurare qualunque sorta d'acqua, che corra con moto libero, e ritardato.

Alla seconda opposizione, cioè che non ostante la diversità dei casi, ad ogni modo vi sia tra le nostre supposizioni una certa *convenienza proveniente dalla natura dei fluidi;* rispondo, che se l'asserita convenienza si piglia da somiglianza di fluidità, gravità specifica, e simili altre cose, certamente confesso, che dalla parte della natura de' fluidi vi è un'intera convenienza, ma questa non è al caso nostro; ma se il paragone si fa in ordine al moto, v'è tanta diversità tra le supposizioni del sig. Papino, e le mie, quanta si trova tra il moto naturale, e il violento, tra l'impedito, e il non impedito, della quale niuna se ne può pensare maggiore, essendo affatto contraria.

Alla terza difficoltà, che ha forza d'argomento per provare la proposizione soprapposta, cioè che (n. 10.) *sempre variamente si muovono nel canale le parti superiori dell' acqua secondo la diversa velocità delle parti inferiori, e che il simile non accade ne' gravi, della discesa dei quali ha trattato il Galileo*: di nuovo rispondo, che se è vero, come evidentemente ho di sopra dimostrato, che i fluidi non impediti accelerano il moto nella loro discesa, non vedo per quale ragione possa farsi che le parti antecedenti, avendo maggiore velocità, possano ritardare le seguenti, che si muovono con minore velocità; imperocchè siccome se due globi di mole, e di peso uguali scendessero per un piano inclinato AD (*fig.* II. *tav.* 3.) o per la perpendicolare AE, tal che uno immediatamente dopo l'altro cominciasse a muoversi dallo stesso principio A, e continuasse liberamente per AD, o per AE, il globo C in nessuna maniera potrebbe impedire la discesa del globo B; imperciocchè l'impedimento al moto non si può avere, se non da qualche corpo, che stia fermo, ovvero a guisa di fermo, e che riceva l'impeto dell'altro corpo mobile, come sarebbe, quando un corpo si muove di moto contrario all'altro, o pure di moto minore, ancorchè colla stessa direzione, ma non mai questo può accadere, quando il moto nella stessa direzione è maggiore,

perchè allora non può ricevere l'impeto del corpo, che lo segue; ma nel nostro caso il globo C fugge con altrettanta velocità, con quanta viene seguitato dal globo B; adunque sarà impossibile che B possa comunicare qualche parte anche minima del suo moto al globo C, e per conseguenza che C sia impedito dal globo B; e così applicando questa dottrina alle parti dinanzi, e di dietro, o di sopra, o di sotto dell'acqua, sarà impossibile, che le parti inferiori dell'acqua, purchè sieno trattenute nel suo corso, possano cagionare diversità di moto nelle superiori, come precipitosamente, e senza badare alle mie supposizioni viene asserito dal sig. Papino. Che se poi egli mi opporrà gl'impedimenti del fondo, delle sponde, della tortuosità dell'alveo, della viscosità della stessa acqua, o finalmente di altri corpi, che resistono al suo libero corso, di nuovo mi converrà rispondere, che le mie dimostrazioni, secondo il costume de' matematici, prescindono da tutte queste cose, ed altre simili, come anche di sopra ho già accennato. Imperciocchè non mi sono proposto di considerare queste alterazioni accidentali ad una, ad una, *ma solamente di considerare i canali col prescindere da ogni impedimento per dedurne da ciò certe leggi naturali, colle quali potessi arrivare ad altre cognizioni*, come chiarissimamente mi sono spiegato nella Prefazione. Del rimanente, se poi il sig. Papino, per la misura pratica dell'acque, cerca il calcolo degli impedimenti, legga la prop. 7. del lib. 4. e il suo coroll. e le citate proposizioni 10. e 11. del lib. 5. nelle quali vedrà considerati gl'impedimenti, che ritardano la velocità de' fiumi; ed insieme vi troverà una regola universale per la misura, sì della perduta, come della rimanente velocità.

Ma nella quarta difficoltà anche fa qualche forza contro la mia opinione provando colla figura 9., che l'acqua che dal canale AB esce per E, non iscende per lo piano EH, ma per un altro molto più inclinato, come ne segue dalla mia seconda proposizione, che egli impugna, ed io stesso nel coroll. 5. della stessa prop. ho espressamente affermato. Al che soggiugnendo egli, che secondo la dottrina del Galileo doveva io tirare la linea EH paralella al fondo del canale; io non posso approvare questa sua proposizione e credo, che non sarà approvata da matematico veruno; imperciocchè la dottrina del Galileo è, che s'accelerano i gravi nello scendere, cosa, che non accaderebbe, se l'acqua nel suo corso per lo canale AB descrivesse colla sua superficie una linea paralella al fondo, mercè che essendo chiaro, che nello stesso canale sempre uniforme, le sezioni sono reciproche alle velocità, come il mio oppositore piglia a dimostrare in questa sua proposizione, ed anche si deduce dalla proposizione 3. del lib. primo ne viene di conseguenza, supposta la stessa larghezza in tutte le sezioni, che le velocità sono reciproche all'altezze: ma

supponendosi essere paralella la superficie dell'acqua al fondo del canale, tutte l'altezze delle sezioni saranno uguali, adunque ancora saranno uguali tutte le velocità delle sezioni, onde l'acqua non si muoverà di moto accelerato, come da noi è stato dimostrato, e per la dottrina del gran Galileo viene supposto: si oppone adunque apertamente alla sentenza del Galileo la proposizione del signor Papino, il quale pretende che la linea della superficie dell'acqua si tiri paralella al fondo del canale, ma non già la mia, nella quale pretendo dimostrare, che tanto più si inclina la linea al fondo, quanto maggiore è l'allontanamento del canale dal suo principio. Del resto concordiamo nell'affermare che la declività della linea EC *non è eguale per tutta la lunghezza del canale, ma quanto più c'accostiamo al principio, tanto maggiore è l'aumento della velocità in una data lunghezza del canale*, imperciocchè questo stesso io ho asserito nel corollario della proposizione quarta del libro secondo, come una cosa, che necessariamente ne veniva in conseguenza non solamente dalle mie proposizioni, ma ancora dalla dottrina del Galileo.

Finalmente alla quinta difficoltà rispondo, che se non mi restà altro da cercare, se non *quale sia la linea* EG, *secondo la quale si dee accomodare la superficie dell'acqua, mentre corre per lo canale inclinato;* mi posso rallegrare d'avere fatto tutto quello che doveva: imperciocchè nelle prop. 7. 8. 9. ho abbondantemente discorso di simile sorta di linee, e ho dimostrato il metodo, col quale da certe linee date, se ne possano descrivere, e ritrovare dell'altre curve nella stessa maniera, tal che dato qualunque sito di un canale, possiamo sicuramente investigare l'altezza delle sezioni.

Queste sono le cose, Illustrissimo Signore, che ho stimate opportune d'apportare all'opposizioni dell'eruditissimo sig. Papino, e per istabilire maggiormente la mia proposizione: ora tocca a voi giudicare se posso ottenere il mio intento appresso gli uomini letterati; perchè a me pare di non avere tralasciata cosa alcuna, che potesse essere necessaria, benchè avessi potuto inserirvi molte cose di più, le quali ho tralasciato, perchè essendo di poca considerazione, mi sono vergognato di proporle al vostro gran talento. Vi scongiuro, con tutto ciò, quanto so, e posso a supplire colla vostra gran dottrina a quanto io ho mancato, imperciocchè non per altra causa ho stabilito di mandare a voi questa lettera, se non perchè passando per le vostre mani, la vostra erudizione le conciliasse maggiore stima, come anche perchè non paia, che io faccia poco conto del mio dottissimo avversario, che grandemente stimo.

Conservatemi in vostra grazia, e procurate di mantenervi sano per utile, e decoro della repubblica letteraria.

Bologna li 24. Dicembre 1691.

LETTTERA SECONDA IDROSTATICA

SCRITTA

DA DOMENICO GUGLIELMINI

ALL' ILLUSTRISSIMO ED ERUDITISSIMO

SIGNOR ANTONIO MAGLIABECHI

BIBLIOTECARIO DEL SERENISSIMO GRAN DUCA DI TOSCANA.

La controversia, che è insorta tra l'eruditissimo signore Papino, e me circa alcune materie appartenenti all' idraulica, della quale da voi con tre gentilissime lettere qualche mese avanti ne era stato avvisato, m'ha stimolato, e m'ha posto nelle mani i fondamenti di cercare il metodo per determinare la velocità dell'acqua, o d'altro fluido, che esce dalle trombe; dopo avere nell'altra mia lettera scritta al signore Leibnitzio sostenuto abbastanza, almeno per quanto mi permettevano le mie deboli forze, l'attaccata dimostrazione: ed avendo a caso comprati gli atti di Lipsia dell'anno 1690. venuti di fresco in questa città, accidentalmente nel mese di Maggio a carte 223. mi venne osservato l'esame, che fa il signore Papino del sifone Vurtembergese ritrovato dal dottissimo signore Reiselio, nel quale esame cercando il sopraddetto Autore la quantità dell'acqua, che esce dal braccio, che porta fuora, del sifone, pose quella proposizione, dalla quale ne nacquero poi tutte le opposizioni contro il mio sistema della misura dell'acque; ma già avendo dimostrato nell'altra lettera, che questa proposizione, come è dimostrata dal signore Papino, non è troppo vera, anzi avendo io posto in chiaro, con quali principj, e con quale proporzione si può verificare, ora ho stimato ben fatto l'adornare, per quanto è possibile questa parte d'idrostatica, o sia Idraulica fin adesso non toccata da altri. Tutto quello che ho operato in questi pochi giorni ho risoluto di comunicarlo a voi, che siete pel vostro grande, e profondo sapere il decoro della nostra Italia, e questo tanto più volentieri debbo fare, quanto più considero che mi sono risoluto a scrivere in questa materia a vostra persuasione.

Quello adunque, che mi sono prefisso di cercare, è in qual modo si abbia a determinare la velocità dell'acqua nelle trombe, e per

fondamento di questa mia ricerca suppongo alcune proposizioni idrostatiche, o da se note, o confermate dall' esperienze, e dimostrazioni d' altri autori, e la prima sia questa.

I. I fluidi della stessa specie, o sia gravità specifica si equilibrano secondo l' altezza senza avere riguardo veruno all' ampiezza, o sia larghezza. Come se il vaso per esempio ABCD (*fig* 12. *tav.* 3.) fosse unito e comunicasse col cannello DEF, qualunque sorta di liquore equilibrerebbe tanto nel vaso, quanto nel cannello, alla stessa orizzontale ABF, o GH, senza distinzione alcuna, non ostante l' inegualità de' diametri AB, IF, purchè il cannello EF non sia piccolissimo, imperciocchè allora l' acqua in quello si alzerà un poco sopra l' orizzontale AB; ma se l' acqua sarà più alta o nel vaso, o nel cannello, e questo si spezzi per esempio in H, l' acqua escirà da H, per non essere il cannello lungo a sufficienza da poter contenere tanta acqua in equilibrio.

II. Le parti compresse del fluido esercitano la loro forza indifferentemente verso qualunque luogo, ma l' effetto non si vede se non verso quella parte, dove la resistenza è poco, o nulla.

III. I fluidi di diversa gravità specifica, allora si equilibrano, quando le loro altezze sono in reciproca proporzione delle gravità specifiche, ovvero al contrario, come se nel vaso ABCD vi fosse l' acqua, e nel cannello EF l' olio, non si farà l' equilibrio se non quando l' olio nel cannello EF avrà tanta maggiore altezza dell' acqua, che è contenuta dal vaso ABCD, quanto maggiore è la gravità dell' acqua della gravità specifica dell' olio, dal che ne segue:

IV. Che l' aria si equilibra in tal maniera coll' acqua, che circa piedi 33. di questa equiponderano alla gravità di tutta l' aria, e perciò l' acqua ne' sifoni, se non è impedita, si alza sino a questa altezza, e non più.

V. Anzi al contrario l' aria adopra tutta la sua forza nell' aperture de' cannelli pieni d' acqua, che se la pressione fatta dall' acqua, o pure la velocità della stessa acqua nel cannello, dal quale esce, sarà maggiore della velocità impressale dalla forza dell' aria, scenderà, se minore salirà, se eguale rimarrà sospesa nel suo stato senza muoversi.

Considerate queste cose ne vengono le seguenti.

I. *Che ne' sifoni di braccia eguali ripieni d' acqua, l' altezza de' quali sia minore di piedi* 33. *non seguirà alcun flusso, ma il fluido resterà sospeso, ma se l' altezza sarà maggiore di piedi* 33. *l' acqua escirà dall' una, e l' altra parte, sino che sarà arrivata alla detta misura*. Imperciocchè sieno nel sifone ABC (*fig.* 13. *tav.* 3.) le braccia AB, BC eguali, cioè gli orifizi A, e terminino nella stessa orizzontale AF, ovvero l' una, e l' altra parte abbia la medesima altezza

BD; l'orifizio C sia immerso nel fluido EH, e tutto il sifone ABC sia pieno d'acqua, dico che benchè l'orifizio A penda liberamente in aria, con tutto ciò non escirà da esso parte alcuna del fluido, purchè le braccia AB, BC sieno minori di piedi 33. perchè essendo maggiori dico, che l'acqua discenderà da tutti due gli orifizi A, C, sino che l'altezza di quella in ambe le parti si riduca a piedi 33.

Imperciocchè essendo che l'aria preme in tutti due gli orifizi A, C del sifone con tutta la sua altezza, o come piace ad altri colla forza elastica, e tutta la pressione dell'aria viene equilibrata dall'altezza di piedi 33. d'acqua, se si leva la pressione dell'aria in C, e storto all'insù il tubo CL si sostituiscano in esso piedi 33. d'acqua, o pure più precisamente, quanto basta per equilibrio dell'aria, seguiranno li medesimi effetti di prima, imperciocchè non si muta la forza dell'acqua BC, e alla resistenza dell'aria si sostituisce un'eguale resistenza d'acqua. Per la medesima ragione, se in vece della pressione, ovvero resistenza dell'aria in A, si sostituirà nell'altra parte del sifone, similmente storto all'insù un'eguale altezza d'acqua AM, l'acqua conserverà la prima quiete, o pure il moto primo; ma nel sifone ICBAM si ha la quiete a cagione dell'equilibrio fatto nella stessa orizzontale IM, adunque ancora si avrà la quiete nel sifone ABC di parti eguali, e per questo l'acqua non uscirà da A, purchè l'altezza BD sia minore di piedi 33.

Ma se BD è maggiore di piedi 33. e l'eccesso è NB, tirata per N l'orizzontale ONP, è manifesto, che l'acqua OA, o pure PC equilibra la pressione dell'atmosfera; per lo che s'intendono tronchi i tubi OM, PI, acciocchè l'acqua non acquisti in essi maggiore altezza di quella, che equipondera alla pressione dell'atmosfera; e perchè l'acqua BA ha maggiore altezza, che la OA, prepondererà la BA, e nel discendere spingerà all'insù la OA, e perciò l'acqua escirà da O sin tanto che la sua superficie sarà abbassata alla medesima orizzontale OP. Nello stesso modo l'acqua della parte BC si abbasserà alla stessa orizzontale, ma di sopra abbiamo dimostrato, che il moto, e la quiete nel sifone ABC è come in OABCP, adunque ancora nel sifone ABC l'acqua si abbasserà sino all'orizzontale OP, e conseguentemente determinato il flusso dell'acqua per A, e C, cesserà il moto, e l'acqua non correrà più, il che si doveva dimostrare.

Ma si debbe notare, che se l'acqua che esce dal sifone BC, può crescere l'altezza nel vaso FG, non discenderà in tanta quantità nel braccio BC, come nel BA, imperciocchè l'orificio del sifone s'intende sempre quella parte, che si unisce alla superficia dell'acqua, nella quale è immerso il sifone, come già a tutti è noto, e per questo coll'alzamento dell'acqua nel vaso FG sollevandosi l'orifizio del

sifone, si scorcerà la parte CB, e conseguentemente l'acqua non discenderà in tanta quantità in CB, come in AB.

Da qui si conosce, che l' equilibrio ne' cannelli di parti eguali non proviene universalmente dall' uguaglianza di peso de' fili d' acqua AB, BC, come da tutti sinora, per quanto io so, è stato creduto, ma ne' cannelli più corti dall' equilibrio del aria fatto nella maggiore altezza B; imperciocchè ogni qual volta l' eguale pressione dell' aria in A, ed in C resta interrotta, o troncata da un' eguale resistenza BA, BC, è necessario che l' altre pressioni dell' aria in B, che opera oppostamente, cioè da una parte da A in B, e dall' altra da C in B, sieno eguali, e perciò debba succedere l' equilibrio. Che se poi l' aria lasci di premere contra le parti A, allora è evidente, che l' acqua escirà da A, non ostante l' eguaglianza de' bracci, e l' eguale peso dell' acqua in essi contenuta: nel qual caso tirata l' orizzontale BR, l' acqua in B avrebbe la stessa velocità, che uscendo dal vaso, nel quale l' altezza dell' acqua fosse IR, imperciocchè l' acqua salendo da C in B per CB passa a poco a poco tutte le velocità minori, e maggiori, che sarebbero impresse dall' acqua, medianti tutte le pressioni tra C, ed R sotto l' orizzontale IM secondo l' ordine delle paralelle AC, OP, BR ec. e perciò in B avrà la velocità IR, cioè quella, che avrebbe se da I fosse liberamente caduta in R. Ma la velocità crescerebbe molto più, se cadesse da B in A, talchè non riempirebbe affatto il cannello AB, e la velocità in A corrisponderebbe alla velocità C, cioè all' altezza di piedi 33. d' acqua.

II. *Ne' sifoni di braccia disuguali l' acqua correrà per lo più lungo colla stessa velocità, che escirebbe da un vaso, che tenesse l' acqua tanto alta, quanto è la differenza de' cannelli, purchè il più lungo non sia maggiore di piedi 33.*

Si supponga, che la parte BA del sifone ABC sia prolungata in S, talchè l' altezza BV non passi piedi 33. e tutto il sifone sia pieno d' acqua, che continuamente le venga somministrata dalla conserva FG, nella quale la superficie dell' acqua ferma sia FE, dico che l' acqua escirà dall' orificio S colla stessa velocità, che escirà da un vaso, che fosse alto quanto la linea DV; differenza che passa tra la lunghezza delle braccia del sifone.

Imperciocchè rivoltato il sifone in ST, talchè l' altezza di questo braccio rivoltato sia di piedi 33. si fa manifesto dalle cose sopra dimostrate, che l' altezza dell' acqua TS farà le parti dell' aria, che preme contro l' orificio S, per lo che aggiunto il tubo ST, l' acqua non muterà il primo moto, mentre corre per lo tubo CBS. Tirata adunque da T l' orizzontale TY, l' altezza VZ sarà di piedi 33. ma ancora la DX è tale, adunque DX, e VZ saranno eguali; ma DB si è supposta minore di piedi 33. adunque il punto B sarà sotto Z, e

conseguentemente sotto T, per lo che l' acqua TS avrà più forza, che la BS, e perciò la resistenza dell' acqua TS si estenderà fino a B, e così la parte SB del tubo si conserverà piena: e perchè DV è la misura di quanto si abbassa l' orifizio S sotto l' orifizio C, ed è XZ, o IY la misura dell' abbassamento dell' orifizio T sotto l' altezza del cannello I, l' acqua in T scorrerà colla velocità, colla quale discenderebbe IY, essendo, XZ, e DV eguali, adunque l' acqua in T si muoverà colla velocità della discesa DV, cioè con la velocità, colla quale escirebbe da un vaso, che avesse l' altezza DV, ma per quello che si è dimostrato, l' acqua corre nel sifone CBS colla stessa velocità, che da T, adunque l' acqua escirà dall' orifizio S colla stessa velocità, che escirebbe da un vaso, la cui altezza fosse DV, il che si doveva dimostrare.

Da queste cose, che si sono dimostrate, ne segue in primo luogo, che le velocità ne' sifoni uniformi sono tra di loro in suddupla ragione delle differenze, che hanno le braccia de' sifoni, la qual proporzione osservano anche le quantità dell' acqua, purchè i diametri de' sifoni sieno tra loro uguali, e le sezioni simili. Se poi le sezioni saranno simili, e li diametri disuguali, allora le quantità dell' acqua avranno la ragione composta di quella, che è doppia de' diametri, e suddupla delle differenze tra le braccia de' sifoni. E più generalmente avranno la ragione composta della ragione delle sezioni, e della ragione suddupla delle dette differenze. Tutte le quali cose sono già chiaramente proposte nella dottrina generale della velocità dell' acque, che io nel primo libro dell' acque correnti dopo il Castelli ho dimostrato. Ma di più ho anche con esperienze riprovato le quantità dell' acqua; imperciocchè da un sifone, la differenza delle braccia del quale era di 714. parti, escirono 24. once d' acqua in tempo di 20. vibrazioni di un pendolo, e dallo stesso essendo la differenza delle braccia di parti 542. escirono sole once 20 $\frac{1}{3}$ d' acqua, la quale proporzione conviene assai esattamente alla suddupla delle differenze.

Ne seguita in secondo luogo, che se vogliamo investigare la determinata quantità dell' acqua, che in un certo tempo esce dal sifone, benchè questo si debba sperare più esattamente, e più facilmente dall' esperienza, ad ogni modo si potrà avere facilmente per via della nostra tavola *esposta nel sesto libro al fine del predetto trattato*. Imperciocchè trovata la differenza delle braccia sotto il nome dell' altezza ricercata dell' acqua, corrisponderà a questa nella tavola lo spazio dovuto alla velocità, il quale moltiplicato colla superficie della sezione ci darà la solidità dell' acqua, che in un minuto di tempo passa, e ce la darà in misura lineare, la quale a nostro beneplacito si potrà trasmutare in peso, o altre simili misure di liquidi. Questa misura si dee però tassare considerati gl' impedimenti, secondo la

varietà delle circostanze, e specialmente del fregamento dell' acqua colla superficie interna de' sifoni, imperciocchè dovendo questi essere molto stretti, acciocchè scorrino pieni, ne viene in conseguenza, che alle volte l' impedimento del contatto, e particolarmente ne' sifoni più lunghi, possa togliere qualche sensibile velocità, o sia accelerazione di moto all' acqua.

Fa qui a proposito l' esperienza riferita dal dottissimo sig. Mariotte nel suo libro stampato in lingua francese, e intitolato *del moto dell' acque parte* 3. *dissert.* 2. *dopo la regola per la misura degli spilli*. Imperocchè il predetto Autore ha osservato, che se al fondo di un gran vaso si applichi una cannella perpendicolare lunga, ma stretta, esce più acqua dal vaso, quando non vi è la cannella, che dal buco fatto nel fondo del detto vaso eguale all' apertura della cannella; e così dalla conserva ABCD (*fig.* 14. *tav.* 4.) alta, e larga un piede, nel fondo della quale all' apertura E era applicato un cannello EF lungo piedi 3, e nella parte E larga tre linee, e dalla parte F linee $3\frac{1}{2}$ benchè senza cannello, come egli scrive, dovessero escire per l' apertura E nello spazio di 60. minuti secondi 4. mezzette d' acqua, o poco meno, secondo le regole da lui date, e dalla medesima apertura col cannello FG, cioè coll' altezza d' acqua di piedi 4, quanta si suppone essere l' altezza GF, altre volte fossero escite mezzette $8\frac{1}{3}$, con tutto ciò dalla conserva non escì nè l' una, nè l' altra copia d' acqua, ma una quantità mezza proporzionale tra 4, e $8\frac{1}{3}$. Ma dopo mutato il cannello, e pigliatone uno lungo solamente due piedi, e largo 4. linee posto sotto il vaso GE, che teneva 4. dita d' altezza d' acqua, escirono misure d' acqua $12\frac{1}{2}$ di quelle, che levato il cannello ne sarebbero escite $8\frac{1}{2}$ da E; e 18, supposto il vaso allungato sino ad F, cioè alto piedi 2. e 4. dita. Di questo effetto l' Autore ne assegna la ragione col dire, che ciò accade, perchè l' acqua s' accelera nel cannello, e colla sua viscosità ne tira l' altra, che è nel vaso AC, la quale trattiene scambievolmente l' altra acqua, che discende per EF, talchè la velocità dell' acqua, che proviene da questo acceleramento, e ritardamento, viene ad essere *geometricamente* media proporzionale tra le velocità acquistate nelle discese, ovvero nell' altezze *dell'* acqua GE, GF.

Ma benchè in quest' osservazione io m' accordi coll' Autore, mi ritiro però per più cagioni dallo stabilire la regola da lui proposta, e dall' assegnare la causa da lui assegnata, primieramente, perchè se fosse vera la causa assegnata, dipendendo l' aumento della velocità, e della rispettiva diminuzione dallo stesso principio, e perciò essendo composta da un' eguale aggiunta, e scemamento, pare, che il resto della velocità dovesse piuttosto corrispondere alla media proporzionale aritmetica, che alla geometrica, come è noto dall' osservazione.

Secondariamente perchè io stimo impossibile, come ho dimostrato nella lettera scritta al famoso Leibnitzio, che la velocità dell'acqua inferiore possa operare nella superiore. In terzo luogo, perchè assolutamente credo, che l'accrescimento della velocità dipenda dalla pressione dell'aria fatta nella parte superiore, e che il ritardamento non derivi da altro, che dalla resistenza maggiore ne' cannelli stretti, e più lunghi, come è quello nell'esperienza presente, che non ha più di 4. linee di diametro, e tre piedi di lunghezza, come anche lo stesso signor Mariotte peritissimo in queste cose poco più sotto soggiunse: questa opinione rimane confermata da due altre esperienze portate nello stesso luogo; imperciocchè essendo il cannello EF lungo due piedi, e di diametro $\frac{5}{8}$ d'una linea, vi passò tanta copia d'acqua, quanta ne passò tagliato che fu il cannello all'altezza di un dito; impedendo il soffregamento ogni acceleramento, come nello stesso luogo è ottimamente notato. Al contrario poi applicato il cannello EF lungo piedi 6. e largo un dito, il vaso ABCD di un piede, ad uso di cubo si vuotò in 37. minuti secondi, ma segato il cannello in due parti eguali in H, solamente in 45. minuti secondi, ed intieramente segato in E si vuotò in 95, dalla quale osservazione se ne può dedurre, che la proporzione della velocità media supera di molto la media proporzionale geometrica, e si accosta alla vera proporzione dell'accelerazione della velocità, siccome fatto il calcolo facilmente si conoscerà.

III. Dalle cose già dette è facile cosa il dimostrare, *che se la parte più lunga del sifone sarà alta piedi* 33. *l'acqua escirà dall'orifizio* S (*fig.* 13. *tav.* 3.) *colla stessa velocità, che avrebbe l'acqua nel cadere da* I *in* R, *cioè da* D *in* V, *che in questo caso è la differenza della lunghezza delle braccia. Ma se il braccio più lungo eccederà l'altezza di piedi* 33., *non per questo si accrescerà la velocità, ma continuerà sempre la medesima, cioè della discesa* IR.

Imperciocchè equivalendo IC a tutta la pressione dell'aria, e impiegandosi la parte RC per sostenere l'acqua in CB, il resto della forza dell'aria, che preme in B, non sarà maggiore della pressione di IR, qualunque sia la lunghezza del braccio. Perciò si ha da notare, che essendo l'altezza BS minore di piedi 33., allora sempre dall'aria che preme in S viene impedita una simile pressione in C, o pure il rimanente di essa in B, e conseguentemente si sminuisce quella velocità, che per altro si avrebbe. Ma quando l'altezza BS è precisamente di piedi 33., supposto sempre, che piedi 33. equilibrino la pressione dell'aria, allora resta primieramente libera da ogni impedimento la velocità in B, e la pressione dell'aria in C non da altra forza viene combattuta, che da quella de' due fili, o cilindretti d'acqua BC, e perciò non potendosi avere dalla stessa potenza una

maggiore velocità, che colla sottrazione di tutta la resistenza; tolta quella in B col maggiore allungamento del braccio BS, non si potrà crescere la velocità in B, e conseguentemente nè meno la quantità dell'acqua, che è determinata dalla velocità, e dalla sezione del sifone in B. Se poi sia per continuare ad essere pieno il sifone nella parte BS non lo saprei assolutamente determinare, imperciocchè sembra che la resistenza dell'aria in S possa trattenere piena una certa parte del sifone; al contrario poi quelle bolle, che escono dall'acqua non compressa dall'aria, e che vengono alla sommità del sifone, pare che possano alquanto impedire la pienezza del sifone BS. Questo bensì più risolutamente asserisco, che se il sifone rimane pieno in qualche parte del lato BS, in S non vi sarà maggiore velocità che in B; ma che se poi si voterà il sifone, tal che l'aria possa penetrare per la parte SB in B senza essere spinta all'ingiù dall'impeto dell'acqua in B, cesserà tutto il moto, e succederà la quiete nel sifone.

Continuando a tenere pieno il sifone, si potrebbe accrescere la velocità nella cima del sifone B collo scorciare il filo o cilindretto BG, come se si piegasse il sifone più giù, o pure si tirasse sopra il piano orizzontale CA, imperciocchè allora avremmo il massimo grado di velocità possibile, che verrebbe dalla pressione dell'aria, se colla lunghezza del braccio AS si levasse tutta la forza dell'aria, che preme in S.

Non crederei, che fosse per essere cosa inutile, e disdicevole investigare la verità di queste stesse speculazioni con altri metodi, cioè col mezzo delle parti de' sifoni, da' quali è composta la tromba. Imperciocchè è manifesto, che tal sorta di sifoni equivale a due cannelli perpendicolari, e ad un orizzontale, che li unisce, e perciò cercheremo secondo diverse combinazioni, qual moto sia nel tubo perpendicolare, che sale, quale in quello che discende, e quale nell'orizzontale, acciocchè da queste cognizioni venghiamo in chiaro, quali sieno le mutazioni, e l'alterazioni de' fluidi ne' cannelli chiusi secondo la diversità de' casi.

Consideriamo adunque il sifone perpendicolare, ed uniforme ABCD (*fig.* 15. *tav.* 4.) pieno d'acqua, ma ferma: dalle cose sopraddette si deduce, che esposto all'aria libera, sarà egualmente compresso dal peso dell'aria, tanto nella parte AB, quanto nella CD: per la qual cosa se l'acqua ABCD non fosse grave, o pure eguale in ispecie alla gravità dell'aria, a cagione di questa eguale pressione non seguirebbe alcun moto; ma perchè l'acqua è veramente grave, e più grave dell'aria, preme con tutto il suo peso contro il fondo CD colle forze, che provengono dall'altezza AC; laonde prepondererà la pressione in CD, che viene cagionata dall'aria, che preme sopra l'orifizio AB, e dall'acqua AD: equivalendo adunque la forza dell'aria

all'altezza di piedi 33. d'acqua, aggiunta l'altezza AC, la quale si suppone essere per esempio di piedi 4., tutta la forza in CD sarà di piedi 37.; ma perchè ancora l'aria inferiore preme contro CD con tanta forza, quanta ne ha tutta l'altezza dell'atmosfera, cioè di piedi 33. d'acqua, e con essa resiste al moto dell'acqua per CD, se si sottrarrà la resistenza di questa dalla forza, che fa quella per escire da CD, ci rimarrà solamente l'altezza dell'acqua AC. Dal che se ne raccoglie, che la velocità colla quale escirebbe l'acqua dal predetto sifone nell'aria libera, sarebbe la stessa, che avrebbe nel vuoto, a cagione dell'aumento, e decremento della velocità, che viene prodotta dall'aria. Ma suppongasi, che l'acqua scorra, e che alle parti AB ne venga somministrata tanta copia, quanta ne fa di bisogno; in questo caso due considerazioni possono aversi, una combinando col flusso dell'acqua la forza, e resistenza esercitata dall'aria nell'una, e nell'altra apertura; la seconda prescindendo da essa: e si prescinda pure, non potendosi supporre l'acqua nella sezione AB senza velocità alcuna, imperciocchè in quel caso dovrebbe essere infinita, *come dal scol.* 3. *prop.* 8. *lib.* 5. *del mio trattato della misura dell' acque correnti* è manifesto; se s'intenda, che l'acqua in AB abbia qualche velocità, questa sarà uniforme alla velocità dovuta ad una certa discesa, per esempio, EF, e descritte circa l'asse prolungato del sifone dall'una e l'altra parte le quarte di Iperbola, sarà l'area AHIB la sezione verticale dell'acqua che cade nel sifone, e perciò non riempirà l'orifizio CD, ed il moto non si farà per tutte le parti del sifone, il che ancora accaderà, se l'aria inferiore per mezzo del maggiore diametro del sifone potrà entrare a riempire gli spazi CAI, DBH: nè però potrà comunicare coll'aria superiore in E a cagione della velocità AB, e dell'altezza dell'acqua sopra AB. Ma se come nel primo caso, s'intenda il sifone immerso nell'aria, la quale per la strettezza dello stesso sifone non vi possa subentrare; allora la pressione di sotto, e di sopra conserverà il sifone pieno, l'acqua però escirà come sopra s'è dimostrato, con quella velocità, che può prodursi dall'altezza AC; e perchè non può essere, che l'acqua in tutta la discesa AC si muova colla velocità C prodotta solamente dalla sua gravità, abbiamo già nella lettera scritta al famoso Leibnitzio dimostrato, che l'aria superiore incalza l'acqua in AB con tutta la sua forza, che equilibra l'altezza di piedi 33. d'acqua, acciocchè si faccia la velocità uniforme in tutto il sifone AD.

Mantenuto adunque pieno il sifone, si supponga unito al sifone AD (*fig.* 16. *tav.* 4.) un altro cannello orizzontale DF, il quale abbia lo stesso diametro, è manifesto, che essendo disuguale la pressione dell'acqua sopra D, ed E, la media velocità sarà minore per la sezione DE di quello, che prima sia stata per CD, dove la mezza è

eguale alla massima D; e perciò non passerà tant' acqua per DF, quanta ne passava prima per AD, e conseguentemente la velocità in AD sarà qualche poco ritardata dall' aggiunta del cannello DF. Essendo adunque aperto l' orifizio ED, o pure FH, l' acqua si muoverà colla velocità DH maggiore della EF, e tra E, e D saranno maggiori, o minori le velocità secondo la maggiore, o minore pressione dell' aria in ragione suddupla dell' altezze; ed il tubo continuerà ad essere pieno per l' eguale pressione dell' aria in FH, ed AB. Ma se al cannello DF se ne aggiunga un altro perpendicolare HK, che volti all' insù, perchè l' impeto dell' acqua in FG talmente si riflette, che può alzare l' acqua sino all' orizzontale AN; ne segue, che in tutta la sezione FG vi sarà la stessa velocità, che è in LE, cioè quella, che conviene alla discesa BE, che per altro è minore della primiera velocità media nella sezione DE, o FH, come che eguale alla minima EF: e perciò ne segue ancora, che per la piegatura del *tubo* in FG viene ritardata la passata velocità in tutto il sifone ACMG, e che la detta velocità diviene uniforme per essere eguale alla massima della discesa BE. Molto più si ritarderà la velocità ogni qual volta si allunghi il tubo in IK; poichè per la medesima ragione la velocità in IK è quella, che nascerebbe dalla discesa BO, ovvero NK; e perciò essendo la stessa velocità in IK, ed in FG a cagione della supposta uniformità del tubo, mentre dovrebbe per altro secondo le leggi della natura essere maggiore in FG, che in IK, ne viene di conseguenza, che la velocità in FG sia ritardata; e solamente eguale a quella, colla quale nella sezione OP il fluido discende naturalmente per BO; e per questo la velocità in tutto il sifone dipenderà dall' abbassamento della sezione IK sotto l' orizzontale ABN: come anche succederebbe, se sotto la sezione PO sempre si assottigliasse il sifone sino in C colla proporzione sopraddetta, e fosse uniforme in DF, allargandosi sempre più colla stessa proporzione l' altro braccio rivoltato all' insù, tal che le sezioni del sifone fossero sempre reciproche alle velocità naturali accelerate, o ritardate secondo la ragione della salita, o della discesa. Per la qual cosa essendo il canale di tutto il condotto PCMK più largo che non dovrebbe, è evidente, che la velocità è da per tutto ritardata, e solamente in PO, e IK è libera, e naturale, e per conseguenza, che o si muoverà solamente una certa porzione d' acqua nel tubo PCMK, o pure che se si muove tutta, come è più probabile, si muove con moto uniforme, venendo comunicata all' acqua, che non si muove, una quantità di moto dalla velocità maggiore, che detratto da quella che si muove, fa che l' una, e l' altra si muova di moto uniforme.

Ma s' intenda di nuovo congiunto al sifone FK (*fig.* 17. *tav.* 4.) un altro tubo orizzontale IM dello stesso diametro; e perchè l' acqua è

spinta in K, dall' altezza NK, ed in D dall' altezza ND, si fa manifesto, che la velocità sarà maggiore in K, che in D, e che l'acqua escirà dall' apertura LE con queste diverse velocità, e che conseguentemente sarà maggiormente ritardata la velocità a conto dell' unione del cannello orizzontale IM, imperciocchè la velocità media in DK è minore della velocità uniforme del cannello in IK, alla quale nel cannello IM è uguale la massima velocità KL, e perciò con questo ritardamento, o ineguaglianza di moto l' acqua escirà dall' apertura LE, o pure MH. Se poi il cannello ha l' apertura LH, che guardi all' ingiù, e sia orizzontalmente posta; nel discendere che fa l' acqua da M in H, la velocità diviene uniforme, ed eguale a quella, la quale acquisterebbe nel discendere da N in H, o pure da Q in H. Ma se a questa apertura, o sezione LH vi è connesso un altro cannello perpendicolare LO, che vada all' ingiù, segue allora lo stesso, che del cannello semplice perpendicolare abbiamo detto, imperciocchè essendo la velocità LH quella stessa, che deriva dalla discesa NK, o QH, sarà ancora la medesima, che nel cannello PH: seguirà adunque lo stesso se al sifone storto BFCMH si congiunga il cannello perpendicolare LO, sicchè lo stesso LO si supponesse unito solamente al cannello PH: e perciò siccome, se il cannello PH si allungasse in NO, la velocità della sezione inferiore NO, si farebbe maggiore, che in LN, e corrisponderebbe alla discesa PN, così storto il cannello KL in N, la velocità in NO sarà maggiore che in LN ec. Laonde è manifesto, che per l' allungamento del cannello LO la velocità in LN, e conseguentemente in tutto, il cannello in qualunque maniera storto si accrescerà dalla pressione dell' aria in AB, come sopra si è detto.

Finalmente se al cannello LO (*fig.* 18. *tav.* 4.) si unisce primieramente un altro cannello orizzontale OT uniforme agli altri, ed a questo un altro perpendicolare TX, che volti all' insù, ne segue dalle cose premesse, che la velocità in OT, essendo libera l' uscita in TZ, sarà ineguale, e ritardata, e che dovendo essere riflesso il moto all' insù, alla parte SV, si ritarderà sempre più, quanto più l' apertura, dalla quale ha da escire l' acqua, si accosterà alla linea orizzontale PX, tal che se l' apertura sarà VX, in essa ne succederà la quiete, e se sarà CD, resterà ivi una tale velocità, quale si richiederebbe nella discesa VC.

Laonde accioechè esponghiamo con una sola figura le cose fin quì dette, dico, che dalle ragioni sinora esposte si fa evidente, che l' acqua nel semplice cannello AB (*fig.* 19. *tav.* 4.) si muove colla velocità della discesa AB, in ABC con una velocità minore della discesa AB, ma proporzionale di mezzo tra AB, e AI; in ABCD colla velocità della discesa AL, in ABCDE con una velocità media proporzionale tra MN, MD: in ABCDEF, colla velocità della discesa OP: in

ABCDEFG con una velocità media proporzionale tra OF, OP: e finalmente in ABCDEFGQ colla velocità della discesa HQ, cioè con quanta (e questo serve in tutti i casi predetti) escirebbe da un vaso, che nel fondo avesse l' apertura Q, ed avesse tant' altezza d' acqua, quanta è HQ, se non che quando dee escire per sifoni orizzontali, in vece dell' apertura nel fondo del vaso, se ne dee fare una eguale in uno de' lati del vaso, e toccante il fondo.

Di qui manifestamente ne segue, che supposto il sifone curvo CDEF, e l' apertura C immersa in un vaso pieno d' acqua, la cui superficie si conservi sempre alla medesima altezza, e supposto, che cavata da questo sifone l' aria, l' acqua si muova per CDEF, l' acqua sarà premuta in C da tutta la forza dell' aria che equivale all' altezza di piedi 33. d' acqua; ma che nell' alzarsi sino a CD verrà appoco appoco ritardata, tal che in D, o pure in E la velocità rimasa, sarà eguale a quella, che conviene all' altezza di piedi 33, *sottrattane* però l' altezza CD: ma nella discesa EF l' acqua si farà più veloce, tal che nella sezione R da me concepita nell' orizzonte CR, vi sia per essere di nuovo nel sifone tanta velocità, con quanta l' acqua veniva prima spinta in C dalla pressione di tutta l' aria, che non era da cosa alcuna impedita, di maniera che se l' aria preme egualmente in R, necessariamente dee succedere l' equilibrio; se poi il sifone sia maggiormente allungato come in F, perchè la velocità viene accresciuta dalla maggiore lunghezza RF, la velocità solamente sarà quella, che deriva da tutta la pressione dell' aria, o dall' altezza di piedi 33. d' acqua accresciuta dall' altezza RF, e perciò se in F non vi fosse alcuna resistenza, l' acqua escirebbe da F colla predetta velocità; ma perchè l' aria resiste alla parte F con tutta la sua pressione equivalente all' altezza di piedi 33. d' acqua, se della predetta altezza si sottrae la resistenza di piedi 33, il resto dell' altezza sarà l' altezza RF, e perciò l' acqua escirà da F colla velocità, che acquista nella discesa RF, o pure con quella, colla quale escirebbe dal fondo di un vaso, nel quale l' acqua fosse tanto alta, quanto RF, come ancora colle sopraddette dimostrazioni abbiamo provato.

Da quello, che sin' ora abbiamo detto si raccoglie prima, che ne' sifoni curvi, e ne' cannelli in qualunque maniera rivoltati, purchè il fluido esca da un cannello perpendicolarmente rivolto all' insù, o all' ingiù, le velocità sono tutte uniformi, e che se l' acqua esce da un cannello orizzontale, non si muoverà di moto uniforme in tutte le sue parti, ma di difforme: e più generalmente se ne deduce, che ogni velocità del fluido, dopo che è escito dall' apertura del cannello, se è all' ingiù, è ritardata: se all' insù, accelerata, e se nel piano orizzontale dell' apertura, rimane nel suo stato naturale.

Secondariamente ne segue, che l' apertura del cannello, dalla quale

esce il fluido, è quella che regge la velocità in tutto il corso per lo stesso cannello, tal che per essere quella ora posta in un piano, ora in un altro, accade, che nel cannello ora l' acqua si muova con una velocità, ora con un' altra.

Finalmente è evidente, che allora quando l' apertura, dalla quale esce il fluido, è la stessa sezione del cannello orizzontale, la velocità nel cannello perpendicolare immediatamente unito, e per conseguenza in tutto il cannello, si potrà precisamente determinare nel dato caso, ritrovando o il centro della velocità dell' apertura, per la quale sgorga il fluido, o la velocità media, imperciocchè quella velocità, che conviene all' altezza dell' acqua sopra il centro della velocità, è la stessa che uniforme, ed equabile si conserva in tutto il cannello, e la velocità media nel cannello orizzontale è la medesima di tutte le sezioni del cannello.

Questo è quanto, gentilissimo signor Magliabechi, io ho pensato circa il moto dell' acqua ne' sifoni, ed ho potuto confermare con qualche esperienza, ringraziandovi tra tanto grandemente delle ragioni, colle quali mi avete persuaso ad applicare di nuovo allo studio della misura dell' acque correnti, in tempo, nel quale mi ena dato alla medicina, il che ne riuscirà di non piccolo fondamento per l' una, e l' altra scienza. Ma debbo similmente ringraziare il signor Papino mio oppositore, che colle sue osservazioni fatte intorno le mie dimostrazioni, mi ha dato motivo di applicarmi a questa utile prima parte dell' idrostatica, e di acquistare queste nuove cognizioni; ricavandosi per verità dalle virtuose dispute, nate tra uomini onorati, sempre qualche utilità, imperciocchè se le obbiezioni sono vere, levano lo scrittore di errore, se sono dubbiose, o false gli assottigliano la mente per dilucidare, e accrescere molto più quella parte della scienza, sopra la quale si era posto a scrivere; cosa che dee essere lodata, e desiderata da tutti gli uomini letterati. Se farete capitare una copia di questa mia al signor Leibnitzio nostro comune amico, mi farete un favore, che mi obbligherà ad essere sempre più.

Bologna 16. *Febbraio* 1692.

Vostro Devmo Servo, e Amico
Domenico Guglielmini.

LETTERA TERZA IDROSTATICA

SCRITTA

DA DOMENICO GUGLIELMINI

ALL' ERUDITISSIMO

SIGNOR ANTONIO MAGLIABECHI

BIBLIOTECARIO DEL SERENISSIMO GRAN DUCA DI TOSCANA.

Questa è la disgrazia delle scienze, che non potendo gli uomini tutti pensare nel medesimo modo, sieno tra loro divisi in differenti opinioni: senza ciò, con quanta maggiore felicità elleno s'avanzerebbero a miglior condizione! Avvegnachè però questa differenza di sentimenti sia molto nocevole a chi studia, e spesso appanni il terso della virtù, che rimane quasi da nuvola per essa offuscata; contuttociò non si rado avviene, che tra le spine di differenti partiti, e contrasti crescono certi bei semi di verità, li quali come che rimangono per molta età nascosti, e quasi tra bronchi, e cardi *sepolti*, vengono finalmente a metter fiori di graziosa avvenenza, e di maravigliosa fragranza. Io non farei che ridire il già detto, se volessi mostrare, che così sempre riuscirono i primi sbozzi della virtù, e della scienza. Voi sapete abbastanza quanta farragine d'opinioni si trovino in Laerzio, in Plutarco, ed altri: tra le quali la verità quasi impaniata non si svolse, e sviluppò in un tratto, ma solo dopo essersi o sciolte, o annientate le difficoltà, che la imbarazzavano. La maggior parte d'esse furono levate altre dal tempo, altre dalla forza della ragione, altre dall'evidenza degli sperimenti: non pertanto ne rimangono ancora alcune, e sempre ne rimarranno di simili a queste, fomentate dall'amor proprio, e dal pregiudizio, le quali non finiranno se non colla vita de' loro autori, e partigiani; e queste sono di quella sorta, che solo la lunga età può vincere, e superare. Non vi maravigliate adunque, se vi sembrerò più del dovere impegnato a sciorre quelle obiezioni, le quali il sig. Dionigi Papino matematico di Marburgo, egualmente sottile, che ingegnoso, ha pubblicato la prima volta contro al mio libro sulla misura dell'acque correnti, poscia contro alla seconda mia lettera idrostatica a voi diretta,

Imperciocchè io fo tanto conto del suo candore, e della sua retta intenzione, che quando mi riuscisse una volta di sgombrare quelle oscurità, che paiono avvolgersi alla verità d'alcune mie proposizioni, io mi lusingo, ch'egli m'aiuterà a promuovere l'idrometria giudicata tanto utile da tutto il Mondo; giacchè io non potrò giammai indurmi a credere, che un uomo sì dotto possa lasciarsi reggere da' pregiudizi, e preferire l'affetto delle sue opinioni alla verità. Il che se mai avvenisse, come lo bramo, cosa non si potrà mai aspettare da un uomo contanto pratico in questi studi, che ha tutto l'agio di fare sperienze, e tutto il talento, il tempo, e l'impegno del ben pubblico: in una parola da un uomo, a cui nulla manca di ciò, che può servire a perfezionare l'Idrometria?

Ma per non differirvi più a lungo la lezione di questa materia, e per avanzarmi sempre più verso ciò, che riguarda la nuova controversia tra il sig. Papino, e me, egli è di mestieri avvertirvi dello stato della presente quistione. Voi ottimamente sapete, che il dottissimo avversario non si trovò contento della mia seconda proposizione del secondo libro *della misura dell' acque correnti*; voi siete ancora informato d'averne io fatta l'apologia nella mia prima lettera idrostatica impressa l'anno 1691, e diretta al chiarissimo matematico Leibnitzio: ad essa lettera ne aggiunsi una seconda (1) scritta a voi nella quale pubblicai, e dimostrai alcune proposizioni subalterne nate all'occasione della prima controversia intorno alla velocità de' fluidi ne' sifoni ritorti. Ma non essendo contento il sig. Papino di confermare la prima sua obiezione, anzi volendo aggiugnerne un'altra nuova in una sua lettera all'Ugenio, non lascia d'essermi liberale di nuovi avvertimenti, e farmi grazia di nuove riflessioni intorno le mie dimostrazioni circa le velocità de' fluidi ne' sifoni. Imperciocchè non si trovò soddisfatto del mio modo di dimostrare: trovò vari difetti nella mia argomentazione, e negò affatto di convenir meco nelle mie proposizioni. Ma se ciò con verità, e con giustizia, lo vedrete in appresso. Avendo io adunque rescritto al sig. Leibnitzio, non ha guari, tutto ciò, che mi parea servire a confermare la mia opinione sulla misura dell'acque correnti, permettetemi che io di nuovo vi scriva su ciò, che appartiene al moto de' fluidi ne' sifoni, pregandovi a trasmettere una copia di questa lettera al sig. Papino per mezzo d'alcuno de' suoi concittadini, che vengono costà a trovarvi, e a consultarvi in folla, come se foste l'Oracolo Delfico.

Dissi di sopra nelle lettere idrostatiche, che *ne' sifoni di braccia disuguali l'acqua correrà per lo più lungo colla stessa velocità, che escirebbe da un vaso, che tenesse l'acqua tanto alta, quanta è la differenza de' cannelli, purchè il più lungo non sia maggiore di piedi* 33; e dimostrai vera tale proposizione da questo, che nel sifone

ABCD (*fig.* 20. *tav.* 4.) il cui braccio più lungo sia BD, se questo intendasi rivoltato in DE, siccome l'altro BA in AF, in guisa che AF, DE sieno due tubi di tale altezza, che possa compensare la pressione dell'aere, che si presenta agli orifizi A, D, vi sarà nel sifone allungato FABDE quel moto stesso, che era, o saria nel sifone ABD. Poichè essendosi all'azione, e resistenze dell'aere sostituite eguali azioni, e resistenze de' tubi FA, DE, ed uscendo dal tubo FABDE, o sia da E l'acqua colla velocità dovuta alla discesa FG eguale ad AH, o sia alla differenza de' bracci del sifone, converrà dire, che la velocità in D sarà quella stessa, che avria l'acqua, che esce da un vaso, la cui altezza fosse eguale alla differenza delle braccia del sifone.

Qui il signor Papino assolutamente nega, che l'acqua sia per escire dall'orifizio E colla velocità corrispondente alla discesa FG; sebbene ella sia bene equilibrata in GABCDE, per essere all'istesso livello GE, e il preponderar di FG debba cagionar movimento; non perciò, dice egli, ne segue, che la velocità in E debba seguire la regola della maggiore altezza FG. „ Imperciocchè, quantunque in u„ na bilancia, le cui bacinelle si caricassero di pesi diseguali, v„ g., due libbre in una, ed una sola nell'altra, la sola libbra, che „ costituisce la differenza de' pesi, cagionasse il movimento; senza „ che si conserverebbero l'altre in equilibrio; non perciò ne verreb„ be, che tal movimento fosse per essere d'eguale velocità a quella, „ che acquisterebbe il peso d'una libbra, che discendesse liberamen„ te nell'aria. Anzi all'opposito egli è certissimo, che tale eccesso „ di gravità operando in una sola libbra, e non potendola muovere, „ senza dar moto all'altre due applicate all'estremità della stessa bi„ lancia, egli è di necessità, che il moto impresso a tutta la mac„ china sia assai più tardo ec. „ Così il signor Papino, che segue a ricercare la velocità de' pesi applicati alla bilancia nella loro discesa confrontandola colla velocità acquistata discendendo liberamente.

Ma mi sembra, che poco a proposito quì adducasi l'esempio della differente velocità del peso, che discende nella bilancia, da quella, che avria nella libera discesa nell'aere. V'ha tra il moto de' *fluidi*, e quel de' solidi tal differenza, che i momenti di questi dipendono dalle diverse circostanze sì della loro gravitazione, come della loro velocità, e principalmente dalla forza del momento, e dalla massa della materia messa in movimento: all'opposito i movimenti de' fluidi derivano dalla sola altezza; ciò che è vero, avendo riguardo sì alla semplice pressione, come ai gradi di velocità generati da essa, come osservai nella citata lettera, posta superiormente. Ora, acciocchè ciò meglio intendasi, sia ABCD (*fig.* 21. *tav.* 4.) un vaso ampio, e a lui unito un sottile cannello comunicante DEF, e sia il fluido contenuto

in ABCD quanto si voglia grande, e l'altro in DEF di molto minor quantità. Ciò supposto, se alcuno volesse computare le impressioni della gravità, dalle quali vengono investite le parti del fluido ABCD, e volesse paragonarle alle simili, dalle quali sono pure investite le parti del fluido nell'angusto cannello DEF, arguirebbe ottimamente avervi tra quelle, e queste quella proporzione, che avvi tra la materia, e l'ampiezza del vaso ABCD, e la materia, o sia l'ampiezza del cannello DEF; ma non perciò ben dedurrebbe, essere l'eccesso de' momenti, e il prevalere delle pressioni quello, che obbligasse il fluido a salire per lo cannello DEF sopra il livello ABF. Il sig. Papino potrà vedere la dimostrazione di questo fenomeno presa dalla supposizione fisica nel mio trattato della natura de' fiumi cap. 1. prop. 5. Egli è dunque falso, che si debba dedurre il moto ne' fluidi, come ne' solidi, dall'eccesso della gravitazione, ma solo dalla maggiore altezza, da cui sola deriva il prevaler de' momenti. Egli è altresì chiaro, che l'ampiezza del vaso nulla punto contribuisce alla velocità dell'acqua, che esce dai lumi d'esso. Imperciocchè tali velocità sono tra loro come le radici dell'altezze, senza alcun rispetto nè alla figura, nè alla capacità del vaso, come dagli altrui, e miei sperimenti deducesi, e come dimostrai l. c. propos. 6. Quindi la quantità della materia messa in moto non dà alcun fondamento, onde determinare maggiore o minore velocità al fluido.

Ma più in compendio, e più a proposito: suppongasi il sifone curvo ABCD (*fig. 20. tav. 4.*) tuffato in un vaso, la cui altezza HF, ripieno dello stesso fluido, di cui è il sifone: sia l'altezza FN tanta, quanta era prima, cioè quanto basta a far le veci dell'aere premente in A: suppongasi ancora il tubo DE ripiegato orizzontalmente in EN, in guisa che N addivenga il lume, o sia foro, ovvero orifizio scavato nel lato del vaso MK. Egli è certo, che un tubo, per quanto ripiegato siasi, avrà la stessa natura, che ha il tubo in quella proposizione del sig. Papino, che diede origine alla nostra disputa, dove s'è dimostrato colla ragione, e colla sperienza alla mano, che la velocità in N è la stessa, che corrisponde alla discesa FG. Imperciocchè reciso sempre più, e accorciato il tubo, la velocità in N rimase sempre la stessa, e conseguentemente quella medesima, con cui l'acqua saria escita dal lume N coll'altezza MN, o sia FG, o sia AH eguale alla differenza delle braccia del sifone. Quindi avendo lo sperimento da me fatto circa la proposizione del signor Papino ratificata la stessa cosa, che la dimostrazione da me in quel luogo recata, a cui già diede il suo assenso il dottissimo censore, ed essendo questa dimostrazione, diretta a provare la falsità della detta proposizione, la stessa, con cui mostrai la mia asserzione intorno i sifoni ritorti, o ripiegati, egli è evidente, che la natura favorisce,

e seconda le mie dimostrazioni, e che in niun modo zoppica ciò, ch' io dissi, sottraendo i momenti da' momenti, per conchiuder a mio favore ciò, ch' io proposi.

Se desiderate sapere, perchè un peso di tre libbre in una bilancia contrapposto a un altro di libbre 2. non discenda nel modo, che discenderebbe nell' aria liberamente un peso d' una sola libbra, lo spiegherà lo stesso sig. Papino, e vi dirà, che un peso di tre libbre per l' azioni successive, e replicate della gravità, che sono $\frac{1}{3}$ dell' altre, dee non solo spingere a basso se stesso, ma altresì alzare il peso di libbre 2. Quindi $\frac{1}{3}$ dell' azione del peso di libbre 3, o sia l' azione del peso d' una libbra dee distribuirsi in libbre 5., le quali fa di mestieri, che si muovano d' un moto uniforme, e perciò egli è necessario altresì, che ciascuna libbra del peso applicato alla bilancia abbia $\frac{1}{5}$ della velocità, che avria il corpo d' una libbra, che discendesse liberamente nell' aere; poichè la velocità ne' corpi eguali sono tra loro come le forze motrici, e così si viene ad avverare la legge del sig. Papino, secondo la quale le velocità de' pesi nell' aere libero sono alla velocità nella bilancia come la somma de' pesi alla lor differenza. Ma nello scorrere dell' acqua per li sifoni non v' ha veruna comunicazione di moto, o d' impressioni nelle parti dell' acqua. Imperciocchè tutta questa dal peso dell' aere, e della propria gravità è spinta, e portata fino all' orifizio del braccio del sifone con quella velocità, che le permettono le resistenze: essendo sempre pronta l' applicazione dell' aere ad accrescere, se vi sia d' uopo, la velocità fino a quel grado, che le può dare l' altezza dell' aere, o sia piedi 33. d' acqua, e nulla più. Quindi non v'è maggior titolo di maravigliarsi, che colla stessa velocità si muovano i fluidi ne' sifoni, o sieno questi larghi, o gracili, o sia che il braccio, che li porta fuori, sia più alto dell' altro, o sia eguale (purchè le differenze dei bracci sieno eguali) benchè le quantità della materia in moto sieno differenti, o sia che abbiano una, o altra diversa proporzione, di quello che nel Barometro s' alzi il Mercurio alla stessa altezza, o sia che il cannello sia largo, o sia angusto. Da ciò si rileva, che il moto de' fluidi nei sifoni non deriva dal preponderare dei filamenti dell' acqua, ma dal prevaler dei momenti, a cui equivale il prevaler dell' altezza.

Affine che questa asserzione abbia maggiore evidenza, si vuol sapere, che in tutti i gravi vi son due momenti, l' uno, che chiamasi di *pura gravità*, l' altro *di discesa*. Per cagion d' esempio, se vi sieno due corpi A, B (*fig.* 22. *tav.* 4.) della istessa gravità specifica, ma di volume differente; e perciò di diverso peso assoluto, egli è certo, che la gravità del corpo A, alla gravità del corpo B sarà come il volume del primo, al volume del secondo: ma i momenti *di discesa* non son tra loro nella stessa ragione, ma sono amendue eguali, se si

prendano dal principio del loro moto. Ma dopo tal principio tali momenti sono tra loro nella ragione sudduplicata delle distanze dal principio del loro moto, v. g., delle linee AD, BC; imperciocchè van crescendo secondo la misura de' tempi, ne' quali discendono, com' è stato dimostrato dal Galileo ne' suoi dialoghi, e dall' Ugenio nel suo orologio oscillatorio. Qnindi l' impeto che risulta da amendue i momenti della gravità, e della discesa, o sia più generalmente dalla velocità, e dalla materia del mobile, ha una ragione infinita al puro sforzo della gravità, o sia alla forza morta; poichè questa è cosa elementare, e semplice, mentre l' altra componesi dall' infinita repetizione delle pressioni, che va successivamente generando la gravità. Interviene una cosa simile ne' fluidi. Finchè questi stanno in riposo nel tubo, v. g. BC (*fig.* 23. *tav.* 4.) il loro sforzo verso il fondo, e contra i lati è una semplice pressione composta dalla maggiore, o minore quantità di elementi, che costituiscono tal pressione, la somma de' quali è proporzionale all' altezza del fluido. Quindi ne deriva l' equilibrio, quando il livello è lo stesso, giacchè eguali altezze hanno altresì eguali somme di tali pressioni. Ma se i fluidi escano dal vaso, allora tragittando dalla quiete al moto, come avviene ai solidi, che discendono, la ragione dell' impeto, o sia della velocità è diversa da quella della materia; e questa ragione corrisponde alle radici dell' altezze de' fluidi, dovendo le parti de' fluidi, come i solidi, discendere o realmente, o equivalentemente dalla sommità dell' altezza fino al foro, o alla luce. Quindi quando l' acqua è discesa da C in B, ha acquistata in B tal velocità, in virtù della quale possa rivolgendosi in su, risalire alla prima altezza FC, in guisa che crescendo nel discendere le velocità nella ragione stessa, in cui crescono le semiordinate nella parabola BCH, nell' atto che il fluido sale pel tubo BA, decrescano nella stessa ragione, e coll' istesso ordine, ma retrogrado. Da ciò ne deriva, che se riflettesi al solo equilibrio, debba il tubo ripiegato BI essere egualmente alto, che CB; poichè allora sono le pressioni della semplice gravità eguali in amendue i cannelli. Ma se pongasi mente agli sforzi, o sia alle pressioni impiegate per la discesa, o sia alle velocità generate, potendo il fluido rimettersi al istessa altezza coll' ordine detto, non v' ha dubbio, che la velocità in A sarà tale da poter alzare il fluido da A in I, o sia quella stessa, che acquisterebbe discendendo da I in A, o C in L. Vegga adunque il signor Papino con quanta ragione io mi sia servito nella mia dimostrazione della sola sottrazione de' momenti che viene definita, e determinata dall' altezza dell' acqua, e quanto poco a proposito abbia messa in campo la quantità della materia, la quale non dee prendersi, nè misurarsi dalla capacità de' tubi, ma dalla loro altezza. Io non finirei mai, se volessi calcolare tutti gli assurdi, che derivano

dall' opinione del sig. Papino, ch' io giudico di ommettere mentre egli avendo compresa la vanità della sua obiezione, la ristringe al principio del moto: *Fatendum igitur iam quod initio fluxus regula a clarissimo Guglielmino posita valde manca reperietur;* quasi che fosse minore la quantità del fluido da muoversi dopo il principio del moto che nello stesso principio.

Ma, a dir vero, neppure nel principio del moto la mia regola è difettosa; imperciocchè, sebben per altri motivi io pensi come il signor Papino, cioè che la velocità sia minore nel principio dell' escire dell' acqua, che dopo, accadendo lo stesso ne' vasi ancora, come osservava il Mariotte nel suo trattato del moto dell' acque, ed io stesso lo dimostrai nel trattato della natura de' fiumi proposizione 6. corollario 1., intesi d' abbracciare lo stesso sintoma de' sifoni nella mia proposizione, allorchè dissi, l' acqua saria escita dal braccio del sifone, che la porta fuori, con quella velocità, colla quale escirebbe da un vaso, la cui altezza adeguasse la differenza de' bracci.

Per altro intorno al tempo necessario ad acquistare la velocità, la quale poscia dee mantenersi uniforme, debbo avvertire il signor Papino, che ciò nulla ha che fare colla quantità della materia in moto; ma solo ciò dipendere dal tempo, che ricercasi, perchè l' acqua discenda dalla superficie fino al lume, il quale ne' vasi liberi è minore, ne' sifoni alquanto maggiore, essendo composto dall' ascendimento pel braccio assorbente, e dalla discesa pel braccio, che porta fuori. Legga il signor Papino la verità di questa proposizione nello sperimento del Mariotte riferito, e nella mia dimostrazione al luogo citato.

Il signor Papino per la seconda volta mi fa avvertire, che ne' sifoni ritorti v' ha un' altra cagione, per cui la velocità è minore, cioè l' inflessione, o sia piegatura. Io però mi maraviglio, che egli non abbia badato a farmi tal avvertimento, quando ei trattava del sifone Vurtembergese negli atti di Lipsia anno 1690. pag. 225; imperciocchè in tal passo applicò senza veruno scrupolo la velocità del tubo retto al curvo, come feci io. Dovea egli precedere col suo esempio, e farmi conoscere il merito del suo avvertimento, avanti d' accusarmi, ch' io non ne avessi fatto verun caso.

Sono anch' io d' accordo col Mariotte, e col Papino, che le piegature de' sifoni levano qualche parte della dovuta velocità. Ma aggiungo, che le stesse piegature nè sempre, nè nel modo stesso producono l' istesso effetto. Imperciocchè se i tubi saranno maggiori, l' effetto sarà minore: se gracili, e sottili, sarà maggiore. Anzi la differenza delle piegature in diverso modo agirà, e modificherà la velocità: nè v' è differente ragione per la scabrosità interna del sifone. Ma io dovea prescindere da tutte queste circostanze, per poter

determinare con una proposizione generale qual fosse la velocità dell' acqua, che esce in virtù della natura stessa della cosa. Che questo fosse il mio sentimento, si mostra apertamente da ciò, che dissi trattando della quantità dell' acqua, che esce dal sifone. *Questa misura dee tassarsi, avendo presenti, e in considerazione gl' impedimenti secondo la varietà delle circostanze ec.* Che se vogliamo ridurre a poca, o a niuna cosa gl' impedimenti, che derivano dalle piegature, dai contatti, dalle scabrosità, basta l' immaginarsi tubi d' una grande ampiezza rispetto all' uno, e l' altro orifizio. In questo modo la piegatura non riesce quasi di verun momento, e la scabrosità rimane assai lontana. A me basta d' aver ritrovate le leggi della natura, o per dir meglio, delle forze operatrici. Altri cerchi la teoria delle resistenze, per tassare, o calcolare la cosa con tutto il rigore.

Ma l' acutissimo Censore ci accenna gl' impedimenti delle piegature; Imperciocchè ci propone un sifone, che abbia quattro piegature eguali, cioè B, C, G, H, (*fig.* 24. *tav.* 4.) e poscia aggiugne: *Si sa che un corpo messo in moto secondo la direzione* AB *sarà obbligato in* B *a piegare verso* C, *e a fare coll' antecedente direzione l' angolo* CBD, *e condotta* CD *perpendicolare sopra* AD, *in virtù delle dottrine meccaniche sarà* BD : BC *come la velocità in* BC, *alla velocità in* BA, *imperciocchè scemasi la velocità nella piegatura* B *secondo tal ragione. Prendasi poscia* CE *eguale a* BD, *e conducasi* EF *perpendicolare alla direzione* BCF, *come prima; il decremento, e la diminuzione della velocità nell' angolo* C *si farà secondo la ragione di* CF : CE, *che è la stessa, che prima nell' angolo* B *ec.*

Vedete un poco, eruditissimo signor Magliabechi, di qual metodo servasi per determinare la velocità ne' sifoni, e quanto cattivo uso facciasi delle proposizioni meccaniche! Egli è bensì dimostrato dai meccanici, che il momento d' un grave sopra il piano inclinato BC è al momento per la perpendicolare come BD : BC. Ma tai momenti tanto sono diversi dalle velocità, quanto la semplice gravitazione del moto attuale, e perciò non era pregio dell' opera applicar qui la lor proporzione. Che se il signor Papino intenda di parlare d' un corpo grave, che in B sia investito di tale velocità, che lo possa trasferire sino all' orizzontale CD, ed essendo obbligato a correre una strada BC più lunga di BD, egli è d' uopo, che impieghi più tempo, e perciò perda qualche parte della sua velocità, io ben comprendo, che vogliasi tanto tempo a salire per BD, quanto ad ascendere per BC; ed essendo la discesa per CB alla discesa per BD come CB : BD, come dimostrò il Galileo del mot. accel. prop. 3, e appresso di lui l' Ugenio orol. oscill. par. 2. prop. 6. anche il tempo dell' ascesa per CB, al tempo dell' ascesa per BD sarà come BC : BD; ed essendo le velocità medie in ragion reciproca de' tempi, la velocità

per CB sarà alla velocità per BD come BD : BG. Ma che ha ciò che fare colla materia presente, mentre le dette proposizioni han luogo nel moto accelerato, e nel sifone il moto è equabile, come si rileva dall' uniformità del tubo? Di più, dato ancora, che l' acqua ritardisi nella piegatura per BC, non perciò si ritarderebbe, obbligandola a ripiegarsi in CG. Imperciocchè non saria qui applicabile la proposizione poc' anzi recata; ma per l' orizzontale CG si conserverebbe quasi l' istesso grado, che fosse rimaso in E: molto meno ritarderebbesi la velocità negli angoli G, H; anzi piuttosto accrescerebbesi, non dipendendo il cangiamento della velocità nel caso addotto della proposizione del Galileo del cangiamento della direzione, ma dalla diversa obliquità del piano, e dall' ascendere, e discendere per esso. Quindi ricuperandosi nella discesa per GH quanto s' è perduto nell' ascesa per BC, ne segue, che in H, B debba ritrovarsi la stessa velocità, nel modo stesso, con cui la stessa rimettesi in L, che prima era in A. Per questo titolo adunque non si perde velocità a cagione della piegatura del sifone, in quel modo stesso, *con cui il mobile discendendo senza interrompimento per quanti si voglia piani in qualunque maniera inclinati, sempre acquisterebbe al fin d' essi la stessa velocità; e se rivolgesse il suo moto in alto, salirebbe all' istessa altezza, da cui discese, per quanto fosse il numero delle superficie contigue, e qualunque fosse l' inclinazion loro, con cui se gli presentassero nel suo viaggio, o cammino*. Imperciocchè con queste stesse parole il celebre Cristiano Ugenio nel suo libro *de hor. oscil.* par. 2. propos. 8, 9, eletto giudice, benchè morto, dal signor Papino in questa controversia, dà la sua difinitiva sentenza.

Se il sentimento del sig. Papino è diverso da quello, ch' io fin' ora ho indovinato, bisogna che si spieghi meglio, per potergli dare il mio voto, in caso che sia giudicato legittimo. Ma finora (confesserò la mia ignoranza) in tutta la meccanica, o statica non ho trovata veruna proposizione, che sia favorevole alla sua opinione. Se parliamo del moto equabile, qual è ne' sifoni, secondo il sentimento di tutti gli statici dal solo cangiar direzione non si può alterare la velocità. L' istesso Cartesio, l' autor favorito del nostro censore, non riconosce veruna alterazione di tal genere nella dimostrazion sua circa l' egualità degli angoli d' incidenza, e di riflessione; e se ve l' avesse riconosciuta, avria distrutti li suoi principj, e in verità s' avria meritata una giusta critica, se rimanendo l' istesso mobile, e la stessa quantità di moto, avesse stabilita ora maggiore, ora minore velocità; giacchè, secondo li suoi principj la velocità è un certo effetto determinato dalla mole della materia mossa, e dalla quantità del suo moto. Anche Galileo alla prop. 25. del moto accellerato, mostrando, *che se un corpo, dopo esser caduto per un piano inclinato, segua*

a muoversi per un piano orizzontale, sarà il tempo della caduta per esso piano inclinato al tempo del moto per qualunque linea dell' orizzontale, come la doppia lunghezza del piano inclinato alla linea orizzontale: egli non fa verun caso dell' angolo compreso dal piano inclinato, e dall' orizzontale: anzi suppone, che il grado di velocità, che ha acquistato il mobile nel fine del piano inclinato, sia lo stesso, che mantiene nel viaggio sopra il piano orizzontale. Che se fosse vera la proposizione del signor Papino, saria facile il conchiudere, che la velocità sia minore nel piano orizzontale, che nell' inclinato; mentre è verissimo, che è eguale alla massima, e doppia di quella, che è media tra quelle, che acquistò il mobile discendendo pel piano inclinato. In questo modo tutta la dottrina del moto, tutta la statica, e la meccanica rovinerebbe, se si ammettesse per vera la proposizione del signor Papino. Affinchè dunque non vadano a terra tante sì utili, e belle dimostrazioni, si degni il signor Papino di prendere in buona parte, se non siamo disposti ad attenerci al suo metodo di calcolare gl' impedimenti derivati dalle piegature de' sifoni almeno per ora, pronti a farlo in avvenire, quando egli avrà corretti i difetti delle sue dimostrazioni; ciò che dalla sua abilità, e destrezza speriamo, che gli riuscirà d' ottenere.

Non è per questo, ch' io neghi, che le piegature de' sifoni, massimamente quelle ad angoli retti ritardino in qualche modo il moto de' fluidi nelli' atto che passa per esse, ma ciò non deriva dal cangiar direzione, fuorchè solo per accidente; in parte ciò deriva dalla successiva riflessione delle parti dell' acqua, che opponesi alla direzione primaria, come lo asserisce il signor Papino. §. *Huic retardationi*, parte dallo strofinamento maggiore, il quale ne' sifoni rettangoli, come più lunghi, è maggiore; le quali due cose debbono avvertirsi nel ricercare la misura del quanto debba detrarsi alla velocità, che deriva dalla natura stessa della cosa, per avere il residuo della velocità.

Ma quanto poco perdasi di velocità per l' ordinaria piegatura de' sifoni fatta a semicircolo, de' quali principalmente ho trattato nelle lettere idrostatiche, lo dimostrano gli stessi sperimenti del sig. Papino; e insieme mettono in chiaro la verità della mia proposizione. Imperciocchè lo stesso sig. Papino dice d' aver osservati due sifoni dell' istesso diametro, e dell' istessa altezza, uno de' quali era rettangolo, e l' altro circolare, ed amendue diedero la stessa quantità d' acqua del peso di libbre 10, il rettangolo entro 45. secondi, e il circolare dentro 31, o 32; ed un lume affatto eguale a quello de' tubi scolpito nel fondo di un gran vaso, e d' una eguale altezza diede pure la stessa misura d' acqua in 27., e 28. secondi; dalla quale osservazione io deduco, che la differenza del tempo, in cui uscì

egual quantità d'acqua dal sifone circolare, e dal fondo del vaso, era di 4, ed essendo le velocità dell'acqua nel nostro caso reciproche ai tempi, ne segue, che la velocità dell'acqua uscita dal lume del vaso è alla velocità dell'acqua uscita dal sifone, come 31 : 27, ovvero 32 : 28, o 8 : 7, poco differente dalla proporzione d'egualità, ch'io sostenni nella lettera idrostatica seconda, impugnata fin' ora dal signor Papino: ciò che poi manca all'intera ragione d'egualità, deriva dallo strofinamento dell'acqua contro l'interna superficie del sifone, e dalla piegatura; e perciò questi due ostacoli combinati insieme scemarono in modo la velocità, che la diminuzione di questa, alla velocità in tutto è come 1 : 8. Questa differenza saria stata ancor minore, se il lume, o foro applicato ai sifoni, che metton fuori l'acqua, avesse avuto un minor diametro, che quello del tubo, o cannello del sifone, essendo però stato eguale. Nè monta, che il signor Papino pretenda d'aver impedito lo strofinamento ai lati del tubo, adoprando sifoni di 7. linee di diametro, essendo questi stati molto mezzani, e assai più piccoli di que', che io feci una volta lavorare dell'ampiezza di pollici 4., e d'altezza di piedi 17. in circa per levar dell'acqua del nostro Reno: oltre che non v'è altro modo di prevenire lo strofinamento, che in restringendo l'orifizio, che mette fuori l'acqua: e questa è la ragione, per cui ad avere de' grandi getti si osserva, che i diametri de' lumi, che metton fuori l'acqua, sieno minori dei diametri de' cannelli che la conducono.

Finalmente quella maggior differenza di tempo, che fu osservata tra l'uscita del fluido dal sifone rettangolo, e dal circolare, appena mi si rende credibile, e possono negli sperimenti esservi intervenuti degli errori per molti titoli: primieramente perchè i cannelli in tutta la loro lunghezza non erano uniformi, ma più ristretti nel mezzo, che nell'orifizio; e questa differenza benchè insensibile pregiudica molto all'uscita dell'acqua, come ho varie volte provato: in secondo luogo perchè l'immersione dell'orifizio, che mette nell'acqua del vaso sottoposto, non permette, che si possa determinar bene la profondità di questo, sotto la superficie dell'acqua: in terzo luogo, che questa non sia stata sempre costante: in quarto luogo la cagione di sì gran differenza potria derivare dalla gracilità del sifone, la quale può assai più, come s'è detto, che se il tubo fosse stato più ampio. Per altro appresso il Mariotte si trovano vari sperimenti ne' tubi, le piegature de' quali erano rettangole, ne' quali non s'è rilevata tanta differenza dalla velocità intiera. Ma per non derogare senza solido fondamento alla fede del signor Papino (imperciocchè non ho agio di rinnovarli), sieno quanti si vogliano gl'impedimenti degli angoli retti, che ha ciò che far meco? Le mie proposizioni non parlan d'essi, e se mai nelle figure mi sono servito d'essi, io ho preteso di prescindere

dagl' impedimenti, che derivano dalla figura, essendomi messo a ricercare le leggi delle potenze, non delle resistenze.

Le cose fin' ora dette in difesa de' miei studi idrostatici sono tante, e così certe, che il signor Papino dovria deporre ogni dubbio circa le mie asserzioni: aggiugnerei più cose, se credessi averne bisogno. Da voi frattanto ho motivo di lusingarmi, che scuserete la lunghezza di questa lettera con quella bontà, con cui solete trattar meco; e se, come il desidero aveste genio di favorirmi col mandare una copia di questa lettera al chiarissimo sig. Leibnitzio, vi prego a salutarlo a nome mio, e supplicatelo a volerla comunicare agli eruditi della Lamagna. Procurate di mantenervi sano, e di conservarvi pel decoro della nostra Italia, e per vantaggio della repubblica delle lettere.

Bologna li 24. Luglio 1697.

VISITA

FATTA

DA DOMENICO GUGLIELMINI

AL PO DI PIACENZA

IL GIORNO 9. *APRILE* 1706.

E LETTERA DELLO STESSO

A SUA ALTEZZA IL DUCA DI PARMA

RISGUARDANTE I RIPARI DA FARSI IN DETTO PO.

Scritture inedite.

Arrivai in Piacenza, e portatomi alla visita dei ripari, trovai il primo superiore, e l' ultimo inferiore intieri, benchè in qualche parte deteriorati a cagione della piena straordinaria seguita il Novembre, e Decembre passato; era quello di mezzo demolito quasi del tutto a riserva di braccia 63, che restavano quasi intatte, dopo le quali vi sono braccia 92, delle quali la base è tuttavia in essere, ma vi corre sopra braccia 2, 3, 4, e al più cinque di acqua, ma senza gorgoglio, e con superficie assai liscia; al largo del qual sito verso la parte inferiore vi sono quasi da per tutto cantoni per una distanza dal mezzo del riparo braccia 30. in circa.

Questo sito è terminato da una colonna che è tuttavia in essere, la quale è distante dalla ripa braccia 155. sino al qual segno, o poco più in là, progetto di rifare il riparo, il che si farà con poca spesa. A riguardo del fondo sodo tanto nel sito della lavina, che della scarpa inferiore, e figurando che il riparo nel sito mancante s' abbia a rimettere in altezza di piedi 7. con la scarpa dalla parte di sotto decupla dell' altezza, e della parte superiore solamente dupla nella predetta lunghezza di braccia 92, e figurando che ognuno de' cantoni fatti sieno mezzo braccio cubo, e che i vacui che non si ponno sfuggire siano il terzo della solidità, vi vorranno circa sei mila cantoni, che mi si dice siano in estero già fatti sei anni fa di buona qualità, ed assai grossi. Di più dovendosi accrescere la scarpa alla parte del riparo tuttavia intiero, si è fatto scandagliare il fondo dalla parte di sotto in distanza di braccia 30. in circa, e vi s' è trovata per tutto braccia una e fino a sette d' acqua.

Ma lontano di più nel sito del canale radente il riparo, le seguenti profondità, cominciando dalla sponda destra 6. 12. 9. 8. 7 $\frac{1}{2}$, 13. 32. e queste in dirittura della punta del riparo hanno demolito, e più in là braccia 14, e poi braccia 8. in mezzo il più, ma più vicino alla ripa sinistra.

S' è fatto anco uno scandaglio a traverso del Po nel sito del passo, e vi s' è trovato braccia 9. 12, e 13. d' acqua, che altra volta non passava braccia 9, in 10, cioè nel tempo che si fece il primo, e secondo riparo.

Il corso del Po è quasi lo stesso ch' era l' anno 1700. In dirittura del casone del Bucentoro vi è l' isola di sabbia che fa i due rami,

quello a destra dicono abbia corroso molto di sponda, e quello a sinistra si è allargato da tutte due le parti; sicchè adesso tutta la riparazione sopra del passo per buon tratto, non lascia più l'acqua stagnante come prima.

Disotto dal secondo riparo a sinistra v'è un gran canale terminato a sinistra dalla spiaggia naturale del Po, ed a destra da una lingua d'alluvione fatta già dal detto secondo riparo in mezzo del Po. Questo canale si raddirizza verso il ramo sinistro dell'isola de' padri di S. Sesto, con profondità di piedi 10. 12. ec. ma nel principio del ramo dell'isola non vi è ora, che due piedi d'acqua almeno, che non v'erano l'anno 1700. mentre si passava a piede asciutto. Questo stesso ramo ha gettato a destra un altro ramo nuovo, che sul principio non ha molta profondità, facendo una raschiera, ma subito sotto ha sei, e sette piedi d'acqua, e va a terminare in Po con poca acqua, ma con gran latitudine. L'altro ramo però ha del profondo assai anche nello sbocco in Po.

Il dosso che forma il suddetto canale dalla banda destra fra le raschiere che forma il ramo maggiore del Po, nella più grande delle quali, che è la prima, non vi è che braccia 4 $\frac{1}{2}$ d'acqua nel maggior fondo. Questa era anche esistente nel 1700. come pure il canale radente il secondo riparo ma in là, e di sotto da essa ve ne sono due altre, la prima delle quali non è molto grande, ma l'altra prima della piena era la maggiore, ed è concorrente all'isola di S. Sesto, anzi assicuratasi dentro di essa va a terminare in dirittura del terzo riparo sfuggendolo senza incontrarlo.

Dall'acqua delle dette raschiere, e da quella del canale, che radendo il secondo riparo, si forma il ramo maggiore del Po, che va a cadere addosso il terzo riparo; ma perchè questi quattro corsi s'incontrano insieme fanno de' vacui grandi, e delle direzioni contrarie, ne nasce che incontra il detto riparo obliquamente facendo angolo ottuso verso la sponda, dal che ne accade un vortice furioso, che facendo tornare indietro l'acqua, corrode la sponda considerabilmente, il che merita attenzione per lo rimedio.

Il predetto terzo riparo è abbassato nella punta, sicchè ora l'acqua vi corre sopra, ma in poca altezza, facendo un gorgoglio, ed uno strepito considerabile; in dirittura di questo riparo il Po, o per dir meglio l'acqua di esso, corre in sì poca larghezza, che è poco di più della lunghezza del riparo, cioè braccia 150.

SERENISSIMA ALTEZZA PADRONE CLEMENTISSIMO

La grande, e straordinaria piena del Po seguita nel principio del verno scorso, siccome ha prodotto un infinità di danni stravagantissimi per tutto lo tratto che s' estende dallo sbocco del Ticino sino al mare; così non ha voluto lasciare senza un segno della sua grande possanza il più forte genere di ripari, che siano mai stati praticati. Per tenere in freno il furibondo corso de' fiumi, cioè di quelli che sotto gli auspicii felici dell' Altezza Vostra Serenissima furono a difesa di questa sua nobilissima città fabbricati gli anni 1699. 1700, *e* 1701. *Sono stati questi immobili contro la potenza del fiume per più anni, venendo in ubbidienza il di lui corso, e con ciò non solo conservano le sponde aggiacenti alla città, ma davano mostra di volerne nella parte inferiore ributtare la corrente alla ripa opposta, essendosi non solo formato un grande, ed assai profondo canale, tendente almeno anni sono quasi ridurre a siccità, che abbraccia a sinistra l' isola de' padri di S. Sesto; ma di più essendosi abbassato il fondo di questo di tal maniera, che nella prescritta siccità non mancò nel minor fondo d' un corpo di due braccia d' acqua, e nel più alto di dieci, o dodici, anzi essendosi aperto un nuovo ramo a traverso dell' isola stessa, che dà mostra per la facilità dell' introduzione d' esser disposto a ricevere col tempo un buon corso d' acqua per non dire il maggiore del Po.*

Tutto ciò dava speranza d' esito fortunatissimo, se la piena suddetta esercitando i suoi sforzi maggiori contro il pennello di mezzo, non ne avesse demolita una parte, lasciandone però parte intatta, parte con poco danno in lunghezza braccia 88. *ed altezza braccia* 100. *con profondamento del riparo, e quattro braccia sopra la superficie dell' acqua, mentre il restante più avanzato dentro il corso, non conserva*

più veruna elevazione sopra il fondo, nè altro segno d' esservi stato, che l' esistenza de' cantoni in qualche luogo nel fondo del fiume stesso, o qualche distensione d' essi dalla parte di sotto.

Gli altri due ripari grazia a Dio hanno deluso la forza della piena particolarmente il primo che conserva ancora la sua struttura, e non ha altro difetto che il mancarli qualche cantone, e sulla cresta, e sulla scarpa, male antico, e cagionatoli dalle ingiurie inferitevi più dal tempo, e dagli uomini, che dal fiume. Difetto anche comune al terzo, che di più ha patito qualche abbassamento nella punta per cagione della corrente furiosa ch' egli è obbligato a soffrire, fatta tale dall' incontro delle diverse direzioni delle correnti, o raschiere, che vi cadono addosso, e che vi producono anche un vortice, il quale radendo la parte superiore del pennello stesso, e la sponda contigua, hanno fatto una qualche diminuzione nella scarpa, e quivi qualche corrosione nelli ripari.

Onorandomi perciò la somma clemenza di V. A. Serenissima col comandarmi d' umiliarle la mia opinione in proposito del riparare questi danni, non posso che rimettermi sulle prime idee con qualche piccola aggiunta, quando l' esperienza mostri che sia necessario.

Se però i tre ripari già fatti sì in ordine alla situazione, che alla robustezza, e sussistenza, hanno secondata l' intenzione di V. A. Serenissima ne viene in conseguenza, che il rimettere le cose nello stato primiero, debbano tornare a produrre gli effetti stessi, e a ristabilire non solo la difesa della città, ma ancora la speranza dell' allontanamento del corso maggiore della sponda.

Pertanto il mio umilissimo sentimento sarebbe di rimettere il secondo pennello non in tutta la sua lunghezza primiera di braccia 250, ma solo sino alla dirittura della colonna, che tuttavia sussiste, cioè in distanza dalla ripa braccia 155. alzandolo due braccia in circa sopra il pelo dell' acqua presente, e dandoli per la scarpa superiore la

naturale; che richiedono i cantoni per stare ben uniti, e posati, ma dalla parte inferiore molto maggiore, e sino a fare che sia sette o otto volte più dell' altezza, consistendo in questa il maggior fondamento di sussistenza contro i più violenti corsi, e le piene più grandi del Po a riguardo della caduta dell' acqua, che è sempre meglio ricevere sul crine del riparo, dove non si può fare profondazione, che sul terreno di sotto, dove facendosi escavazioni, è facile che i cantoni vi si seppelliscono dentro, e da ciò ne accada a poco a poco la demolizione del riparo.

È anche utile, non dirò assolutamente necessario, che la superficie superiore del riparo sia ben regolata, e il più che far si possa liscia ed eguale, il che è facile da fare incastrando i cantoni come fu fatto nella costruzione del primo riparo, perchè in tal maniera non trovando l' acqua delle piene alcun ostacolo, che quello della solidità, facilmente fugge, nè fa sforzo contro veruno de' cantoni, che perciò non potendo essere svelti dal proprio luogo, conservano il riparo nella sua conveniente figura, e conseguentemente lo rendono più forte, e sussistente.

Questa operazione sarebbe bene di farla prima della piena, che ordinariamente suole venire di Giugno, ad effetto, che non si mutassero di più le correnti del fiume a pregiudizio della ripa destra, e del riparo inferiore, anzi per procurare, che le correnti stesse tornassero alle loro primiere direzioni, le quali per quanto intendo erano senza danno. Per altro i cantoni che s' hanno quando siamo al N.° 5. *di migliaia* 5. *o migliaia* 6. *come si suppone, saranno bastanti per compire questa operazione, e quando ne avanzasse si potrebbero impiegare al ristauro del terzo riparo.*

Questa ricerca la seconda inspezione, che consiste primieramente in regolare i cantoni che ora vi si trovano messi alla rinfusa, dandogli come ho detto di sopra una superficie eguale; poscia in rialzare la punta, che si scorga in qualche piccola parte abbassata, ed in fine in allargargli la scarpa inferiore che anch' essa si trova in gran parte difettosa.

Se poi ciò fatto avanzassero qualche numero di cantoni, si potrebbero impiegare in risarcire i piccoli difetti del primo riparo, per rimetterlo nel suo primiero, e lodevole stato, dal quale preservato contro gl' insulti dell' ultima piena.

Per ridurre il secondo riparo alla lunghezza, non di prima almeno quanto più si può, e per altro occorrendo bisognerà preparare nuovi cantoni, cosa che ricerca del tempo; e per ciò non sarebbe male cominciare presto per averli quando bisogna. Ve ne saranno necessarii migliaia 12, o migliaia 14. de' quali la metà vi vorrà per lo prolungamento del riparo suddetto; e gli altri potranno servire per fare un altro riparo occorrendo, e pel risarcimento annuale di già fatto.

Il prolungamento però del secondo riparo di là dalla colonna sopra mentovata, io non sarei di sentimento si dovesse fare, se non dopo essere venute tre o quattro piene del Po per vedere di fare approssimare le alluvioni, (che furono fatte dal riparo quando era esteso dentro la corrente braccia 250.) alla ripa stessa, e con ciò appianare il canale che ora rade la ripa destra. Quando ciò si fosse ottenuto, ovvero quando si vedesse, che la natura non assistesse a questo fine desiderato, allora si potrebbe dar mano al prolungamento di altre cinquanta braccia in circa, sito assai comodo per operare, non essendovi fondo al più che di 9. braccia, da lì in là crescendo il fondo a 13. e fino a 19. braccia, vi s' impiegherebbero troppi materiali, e un gran dispendio, senz' utile corrispondente.

La mutazione delle direzioni che cagionano il gran tormento presente al convenuto riparo, e il motivo sopra detto, può essere che col rifacimento del secondo si alteri, e si riduca allo stato primiero, o almeno tollerabile. In tal caso non occorre sopra ciò altro riflesso, ma quando tuttavia continuasse lo stato presente, non sarebbe male pensare a fare un altro piccolo riparo al di sopra di esso, che voltando il corso dell' acqua che rade la ripa destra contro quello delle raschiere, le obbligasse a tenersi al largo del riparo stesso; con ciò si solleverebbe la ripa dal tormento del vortice, e

il riparo dall' incontro obliquo delle raschiere medesime.

Pertanto è superfluo ch' io supplichi V. A. Serenissima a comandare che sia tenuta la dovuta cura de' ripari col rimediare di tempo in tempo, e secondo le occorrenze a' danni che va loro inferendo l' ingiuria del tempo. Il peso, quando il secondo non è ben sodo, e il corso dell' acque più grosse, che sconvolgono i fondi de' fiumi, fanno che i ripari s' abbassino, e ciò ricerca rialzamento; le escavazioni che ponno farsi sì al disopra, che al disotto de' ripari, o per li vortici, o per le cadute dell' acque dalla cima de' medesimi in tempo di piena ponno ingoiare almeno in parte i cantoni, che formano le scarpe, e ciò addomanda risarcimento della parte mancante, ed in fine i ghiacci, i caldi eccessivi, le percosse accidentali, ed altre simili cagioni, ponno rompere, e consumare i cantoni, che formano particolarmente la superficie de' ripari, e questo ricerca, che se ne rimettano de' nuovi in luogo de' mancanti; quando s' abbia l' attenzione, a provvedere ai piccoli danni, la conservazione sarà di spesa insensibile, ma se all' incontro l' incuria lascierà che gl' insensibili pregiudizii inferiti ai ripari si avanzino, e ne cagionino de' sensibili, e grandi; può succedere quello che è accaduto nella gran piena passata, e che la spesa delle riparazioni si moltiplichi a gran segno, oltre che ponno darsi de' casi ne' quali le riparazioni siano di maggiore dispendio, che le nuove costruzioni.

Tanto ha creduto la mia ubbidienza, zelo, dovere, umilissimamente sottoporre a' savii, e prudenti riflessi di V. A. Serenissima per iscarico della mia puntualità, con che abbassandomi al bacio più ossequioso del lembo delle vesti, mi dico

Di V. A. Serenissima.

Umo Obbmo ed Ubbmo Servo

DOMENICO GUGLIELMINI.

LETTERA INEDITA

SCRITTA

ıL CARDINALE D' ADDA

RISGUARDANTE

IL CANALE NAVIGLIO DI BOLOGNA.

ıazione del Canale Naviglio porta seco necessariamente due
: l' una, e la principale, è la navigazione, l' altra è la bo-
laterale, particolarmente in siti inferiori, e da che egli
ɔ, non è mai andata disgiunta l' una dall' altra, ne ponno
e separarsi, se pure si vuole mantenere la stessa naviga-

ɜ corpo d' acqua sufficiente, che sia sempre regolata ad on-
in altezza per navigare, ma vi vogliono anco sponde, che
cassata, e unita l' acqua, altrimenti dispargendosi si per-
altezza necessaria. Se per lo passato non si fossero fatte
ni, l' acqua delle valli sarebbe da gran tempo in quà sot-
degli argini delle testate, e dovendosi alzare come più di
a quest' ora n' è venuto il bisogno, non si avrebbe avuto
dere la terra per farlo. Le bonificazioni adunque essendo
le che l' hanno somministrata, hanno altresì contribuito
ɛnzione del canale, e della navigazione.
qua del canale fosse abbondante potrebbe fare l' uno, e
etto a perfezione, ma essendo scarsa non può di meno, che
te di essa, che ne produce uno, non pregiudichi all' altro,
ua si deriva dal canale per le bonificazioni, altrettanta ne
uso della navigazione, e se l' acqua si vuole adoperare tut-
ɪigazione, manca alle bonificazioni.
ɔassato è stato supplito al difetto dell' acqua che si man-
ɔonificazioni, col sostenere il restante mediante alcune por-
erano nella casa della gabella a Malalbergo, per cagione
istagno ella acquistava corpo, ed altezza sufficente alla na-
e con tale artificio si è ottenuto l' uno, e l' altro bene-

ɪhe il ristagno dell' acqua cagionava interruzione nel canale,
inferiore; a questo si rimediava col dar moto di quando

in quando all' acqua stessa, dandogli sfogo sotto le predette portine alzate, succedendo allora l' effetto a misura del bisogno, col benefizio della gran caduta, che avevano le acque del canale, sopra quella delle acque contigue, la quale dava loro una velocità considerabile, ed atta a levare in poche ore le deposizioni succedute in una settimana.

Tal caduta è mancata per le ben note cagioni, onde n' è venuto altresì a mancare il beneficio, e dove per lo passato l' alzamento delle portine espurgava il canale, ha cominciato a venire a nulla, ed a risentirsi nel canale di sopra gli effetti degl' alzamenti de' fondi inferiori, con pari alzamento del fondo di esso.

La costruzione della nuova Bova in luogo delle portine, o piuttosto l' essere stata tenuta, come intendo, la soglia di essa più alta del dovere; il non esservi aperti i diversivi di essa da molto tempo in quà, forse il non esser questi di sufficiente larghezza ec. hanno fatto conoscere l' inarridimento del canale, che oggi nella parte inferiore non si trova più corpo d' acqua sufficiente al bisogno della navigazione.

Viene accusata per cagione di questo male l' erogazione dell' acqua del canale all' uso delle bonificazioni, ne si può negare, che se tutta l' acqua restasse in esso, o almeno quella porzione, che potesse mantenervi un' altezza viva di once trenta non resterebbe pregiudicata la navigazione, e si potrebbe continuare a navigarvi dentro senza l' aiuto di alcun edifizio, sino a che ella cominciasse a dispersi nella parte inferiore; ma se le bonificazioni s' hanno anch' esse ad avere in riflesso, come si è provato, ed a quel segno che basti per mantenere i terreni laterali al canale, più alti della superficie dell' acqua delle valli, non si può dar tutto alla navigazione, ma solo così attemperare le cose, che l' una parte non pregiudichi all' altra, altrimenti o per l' una, o per l' altra maniera si perderà irrimediabilmente l' uso del navigare.

Non sono poi nè anche le bonificazioni la cagione unica del detto sconcerto; e perciò non a costo di esse sole si deve desumere quel tal rimedio, che si può avere, ma da tutte le altre cagioni, che vi concorrono, e a quello che non si può per altra strada, si faccia che soddisfi il regolamento delle chiaviche della bonificazione.

Vedo proposto per unico rimedio l' alzare le soglie delle chiaviche once trenta sopra il fondo del canale ad oggetto che vi resti sempre l' acqua in detta altezza, che è la necessaria alla navigazione, ed il restante vada ad uso delle bonificazioni.

Contro questo progetto sono molte cose; prima, che le bonificazioni restano soverchiamente pregiudicate, e se per lo passato con quasi tutta l' acqua del canale hanno stentato le bonificazioni a

conservarsi superiori all' acqua delle valli, non potranno con tanto meno acqua soddisfare al bisogno, e tanto sarà, come se fosse loro levato tutto il comodo di bonificare.

2.° Che questo ciò sia, bisogna levare affatto la Bova di Malalbergo per dare esito all' acqua, che si vuole mantenere in canale, altrimenti l' acqua serrata di sotto dalla Bova, e lateralmente dai muri delle chiaviche, perderà nelle parti inferiori affatto il moto, e riempirà di limo il canale stesso dalla Cagiossa sino a Malalbergo.

3.° Che l' alzamento delle soglie ad once trenta sopra il fondo è di più del bisogno, perchè dovendo scorrere l' acqua sopra le soglie in qualche altezza, vi sarà in canale sempre quella di più, che sarà sopra le soglie stesse.

4.° Che bisognerà alzare gli argini del canale con grave spesa, perchè non succedano inondazioni in tempo di piene, le quali è facile il congetturare ciò, che fossero per fare dentro Malalbergo stesso, particolarmente se l' acqua non avesse libero esito verso le parti inferiori.

Vedo anche proposta l' escavazione del canale, e la situazione delle soglie nel fondo di detta escavazione, regolata con una cadente tirata dalla soglia inferiore del molino del Bentivoglio, sino all' alveo di Reno dentro la valle, abbassando anche la Bova di Malalbergo sino ad essa.

Anche contro questa proposta vi sono molte difficoltà; prima, che tale cadente è affatto arbitraria, non potendo essere su d' una linea rètta, ed essendo tirata da termine a termine senza considerazione di caduta, che non sarà seguitata dalla cadente, e fatta che sia l' escavazione della terra sopra di essa torneranno in breve a formarsi gl' interrimenti (se non s' alterano le cose dello stato presente) affatto, e più che adesso, onde sarebbe gettata la spesa altrettanto grave, quanto di corta durata il beneficio.

2.ª Che le chiaviche ciò non ostante assorbirebbero più del dovere anche sul proposito della operazione fatta, perchè l' escavazione del fondo non farebbe però alterare, che insensibilmente la superficie dell' acqua, che essendo resa ora più alta delle soglie, di quello che fosse al tempo della concessione, scarica molto più acqua che allora, e l' alzamento di poche chiaviche non farebbe vantaggio sensibile, e forse niuno al canale, restando la maggior parte nello stato d' adesso.

3.ª Che siccome la prima proposta non ha altra mira che immediatamente alla navigazione, così questa non l' ha che alla bonificazione.

Dovendosi per tanto aver riguardo all' una, e all' altra, siccome alle cagioni tutte prodotteci dell' interrimento del canale, ed alla mancanza dell' acqua; per mio sentimento deve prendersi altra foggia di discorso.

1.° Le chiaviche scaricano più del dovere, non v' ha dubbio perchè il canale delle parature, che porta quello che avanza alle chiaviche, si trova in oggi più scarso d' acqua di quello fosse per lo passato; adunque bisogna regolar queste non solo riducendole alla quantità della concessione, ma levandone a ciascheduna tanta quantità, quanto sia quella, che presa in corpo possa supplire al difetto della caduta perduta dal canale nelle valli, e niente più. Tale moderazione si farà alzando le soglie delle chiaviche almeno sul fondo presente del canale, o piuttosto once trenta sotto il pelo ordinario dell' acqua, senza considerazione di fondo, e nel resto restringendo le medesime chiaviche, prima per un terzo della loro larghezza, e non bastando si riducano alla metà della larghezza presente. Il tenere le soglie sul fondo presente servirà per mantenere il canale scavato nelle parti superiori, e il restringerle, per accrescere acqua viva al canale stesso. Per pelo ordinario del canale, m' intendo quello, che si troverà, quando serrate tutte le chiaviche, sarà sostenuta l' acqua a Malalbergo in altezza di once 30, il qual pelo segnato su li muri delle chiaviche darà regola alla situazione delle soglie sotto di esso.

2.° Perchè l' acqua viva vuole sfogo, bisogna fare, che giunta a Malalbergo non sia trattenuta, e se non farà altezza bastante, si può trattenerla in superficie, regolandone l' altezza coll' uso di una, o più porte, alzate più o meno secondo il bisogno, sicchè però l' acqua non abbia mai esito al di sopra, ma sempre al disotto di esse porte.

3.° Perciò bisogna abbassar qualche poco sotto il fondo del canale delle parature, preso in sito regolato la soglia della Bova, il quale abbassamento si figura in circa once 3, cioè al piano della *soglia del* risoratore, anzi bisogna convertire le portine di esso in sara*cinesche*, non potendo elleno avere nello stato presente alcun uso per la navigazione, ma bensì servire pel regolamento del canale, in luogo delle portine levate.

4.° È necessario di tener vivo l' uso di lasciar correre il canale liberamente ne' giorni destinati, come altre volte si voleva fare, proibendo in detti giorni l' uso delle chiaviche di qualunque sorte, perchè da ciò dipende tutta la conservazione del canale, la quale *ottenuta* dà luogo a maggiore liberalità nella concessione dell' acque derivate.

5.° E perchè io non credo che gl' interrimenti presenti del canale, come assodati dalla lunghezza del tempo, possano levarsi almeno a sufficienza dal solo corso dell' acqua, quanto si voglia accresciuto, e libero; perciò sarà necessaria l' escavazione di quel tratto di esso, fra Malalbergo, e la Cagiossa secondo la linea cadente del fondo segnata di color rosso nel profilo sottoscritto da' signori Valeriani, e Uccelli, come quella, che meno si discosta dalla vera, e più

confacevole al corso dell' acqua. Il che tanto più è necessario, quanto che intendo trovarsi le testate in detto sito in bisogno di alzamento, al che può servire la terra di detta escavazione.

6.° Vedendo nel profilo accennato, che nel canale delle parature si trova un arginello, o cavedone a traverso, che sostenta le acque di esso, e cagiona alzamento nel fondo di esso canale, più di quello possano influire le cagioni più basse, e tale alzamento del canale delle parature tira in conseguenza quello del canale superiore, però conferirebbe almeno a definire i pregiudizi l' ordinarne la demolizione.

Con questi mezzi suggeritomi, non meno dal fatto stesso, che dal desiderio, che ardentissimo conservo di ubbidire agli umanissimi comandamenti di Vostra Eminenza, spero che possa conservarsi la navigazione del canale superiore, e mantenersi nella miglior maniera possibile l' opera utilissima, e necessaria delle bonificazioni, e così soddisfare nel tempo medesimo al bisogno, e pubblico, e privato con nuove concessioni regolate come si è detto.

Con che mi rassegno

Di Vostra Eminenza.

Bologna 20. Luglio 1702.

Umo Devmo ed Obbmo Servo Ossequiosissimo
DOMENICO GUGLIELMINI.

DELLA
LINEA CADENTE DEI FIUMI
CHE CORRONO IN GHIARA.

Opuscolo inedito.

Noi vediamo per esperienza, che i fiumi, che portano sassi, hanno ogn'uno un sito determinato dove cessa la loro attività di spingerli più avanti; ma non perciò giungono al medesimo termine sassi di ogni grandezza, e figura, ma i più grossi, ed angolosi vengono trattenuti nelle parti superiori, dove per lo contrario più si avanzano i più minuti, ed eguali di superficie. Egli è cosa maravigliosa il considerare, che dalle rupi mediante i rivi, o torrenti maggiormente declivi siano portati negli alvei de' fiumi maggiori materie ghiarose, e sassose, e non ostante non si elevino i loro fondi per cagione delle materie concorrenti, o altrimenti non progrediscano più avanti, come a prima vista pare dovesse ragionevolmente succedere.

Bisogna perciò riflettere, che sì dal continuo corso dell'acque, sì dal violento sfregamento che fanno i sassi mossi dall'acqua uno con l'altro continuamente si diminuisce la loro mole, sfarinandosi in materia arenosa, e che per la sua sottigliezza comincia ad incorporarsi coll'acqua, e viene portata molto più lontana, che il sasso medesimo; quindi a proporzione, che va mancando la ghiarella nelle parti inferiori, ne va di mano in mano succedendo dell'altra di pari grossezza trattenuta nelle parti superiori, o dall'impedimento dei sassi più grandi, o dalla grandezza antecedente della propria mole, o pure dalla insufficiente declività del fondo dell'alveo.

Poichè egli è manifesto che sopra un fondo scabro come quello dei fiumi di simil sorte, maggior forza si richiede per ispingere un sasso di mole, e figura determinata, quando l'inclinazione del fondo medesimo sarà minore, che quando sia maggiore, per conseguenza la forza predetta basterà a smuoverlo toccando il fondo declive v. g. venti gradi, e non sarà sufficiente a spingerlo avanti, se l'inclinazione non oltrepasserà li gradi 19, la quale però basterà a permettere il progresso ad un sasso di peso minore, o di figura più atta al moto.

Regolarmente adunque si ferma il sasso nell'alveo di un fiume per mancanza di pendio proporzionato al proprio peso, e figura, ed alla

forza del fiume movente; e perciò essendo nella ghiara de' fiumi ogni sorta di grossezza, e figura, e l'energia del fiume una sola, e determinata dalle massime escrescenze, bisogna necessariamente asserire, che la cadente d'un fiume che corre in ghiara non sia una linea retta, come quella che non porta seco che un solo declivio proporzionato ad una sola condizione di materia; ma bensì curva nella quale si trovano successivamente i difetti di tutte quelle declività, che ponno arrestare la ghiaia in tutte le sue differenze.

Quindi evidentemente apparisce poi la ragione per la quale nelle parti più alte de' fiumi si trovano sassi più grossi, e nelle inferiori sola ghiarella minuta; perchè cioè anche un maggiore declivio basta per trattenere le materie più pesanti, che non è punto sufficiente ad arrestare le più leggieri, le quali perciò più oltre s'avanzano.

E perchè li sassi più grossi si vanno, come sopra si è detto continuamente assottigliando, ne segue, che essi medesimi arrestati in un luogo, e sminuiti che sieno di mole, anche più oltre s'avanzino; e che perciò deve accadere alzamento di fondo, perchè essi succedono ad occupare il luogo di altri più piccoli, anch' essi per la collisione ridotti a peso minore, o sminuzzati in arena.

Vassi dunque continuamente distruggendo, e continuamente altresì riparando la curvità della cadente de' fiumi che corrono in ghiara, ma non ostante ella è determinata in natura, e regolata dalla forza dell' acqua, e dalla condizione delle materie, che devono essere spinte avanti, e dal consumo, che di esse necessariamente succede, ed è così determinata tale curvità, che alterandosi sensibilmente, come accade nella costruzione delle chiuse, essa in breve corso di tempo viene riparata elevandosi il fondo proporzionalmente in tutte le sue parti, più però nelle inferiori, meno nelle superiori, come v. g. se una tale cadente fosse la linea curva ABC (*fig.* 25. *tav.* 4.) ed in B fosse costituita l'altezza della chiusa BE, si formerà dallo stesso principio A un'altra linea cadente ADE in tutto, e per tutto simile, ed eguale alla AFB, e nella parte inferiore BC non si altererà sensibilmente la linea BC, come ch' ella deve restare tale quale basta per arrestare la ghiara da B in C, come si vede accadere alle nostre chiuse di Casalecchio, e di S. Roffillo.

Al termine di questa cadente si connette quella che è proporzionata alla sabbia, la quale per essere d'una stessa natura, cagiona che detta cadente si disponga in linea retta, più e meno inclinata secondo il corpo d'acqua del fiume, e più o meno alta secondo che il fiume ha lo sbocco più alto, o più basso; quindi allo abbassarsi dello sbocco, se niente osti, deve in un tratto di tempo necessariamente succedere l'abbassamento proporzionato della curva cadente della ghiara, ed all'elevarsi del medesimo bisogna, che corrisponda pari

elevazione nell' alveo del letto ghiaroso. E perchè all' abbassamento dello sbocco equivale l' abbassamento della linea, siccome l' elevazione dello sbocco alla protrazione della medesima; quindi corrispondono a questi due casi, eguali gli effetti.

Non è però da credere, che contemporanei debbano essere nell' una, e nell' altra cadente gli alzamenti, e gli abbassamenti, ma prima dovrà seguire l' escavazione del fondo arenoso, come quello, che a cagione della più copiosa materia si fa sollecitamente più di quello possa alzarsi un fondo ghiaroso, e può darsi il caso, che con più prestezza si elevi il fondo arenoso d' un fiume di quello possa fare l' alveo ghiaroso, in maniera che sembri, che a cagione dell' alzamento inferiore le ghiaie vadano restando sempre più indietro. Ma egli è evidente che troncata nella parte inferiore la curvità della cadente sassosa, non lascia però la parte superiore di essere così declive da portare la materia che sorte nel sito del fiume, in cui antecedentemente portavasi, e perciò accadendo, che ve ne sia spinta, come continuamente succede, necessariamente deve coacervarsi, ed elevarsi a poco a poco il fondo superiore, ed a proporzione dell' escavazione spingersi più avanti le ghiare più minute, il quale effetto dovrà tanto continuarsi, sino che sia restituita qualche curvità alla cadente, che l' è stata destinata dalla natura.

PROBLEMA

SE IL PROPORZIONARE CON L' ARTE L' ALVEO A DIVERSI FIUMI UNITI SIA COSA POSSIBILE?

Opuscolo inedito.

Le acque portate dai fiumi, o sono chiare, o torbide, e gli alvei di essi o sono composti di parti ammovibili, o no; quindi si fanno quattro casi possibili.

1.° Che un fiume porti acque chiare, e scorra per un alveo resistente alle corrosioni.

2.° Che porti acque chiare di sua natura, ma scorra per un alveo di parti ammovibili.

3.° Che porti acque torbide, che scorrono per un alveo resistente.

4.° Che porti acque torbide, che scorrono per un alveo di parti ammovibili.

NEL PRIMO CASO.

Qualunque alveo sia preparato, se sarà capace di portare le massime piene, non potrà essere alterato, che per cause accidentali, e fuori di regola, come a dire delle concrezioni tartarose, che fanno le acque, a giudizio del senso chiarissime, nelle parti laterali de' propri alvei, come accade negli acquedotti delle fontane, particolarmente se le acque partecipano del minerale; e si dice succedere nella terra in vicinanza di Terni.

NEL SECONDO CASO.

Bisogna distinguere se il fiume avrà la cadente stabilita o no; se il primo manterrà il proprio fondo senza elevarlo, od escavarlo, che per cause accidentali v. g. se la disposizione delle ripe, o di qualche ostacolo frapposto rivoltasse la corrente in moti vorticosi si cagionerebbero gorghi, e la terra scavata sarà portata in sito dove l' acqua abbia così tardo il moto da permetterne la disposizione, e da non sollevarla più; tali alterazioni però sono insensibili, e non se ne fa caso. Se poi non sarà stabilita la cadente, ciò sarà, o perchè l' inclinazione di essa sia tanta, che l' aderenza che hanno le parti del fondo fra se medesime, sia tale, che non possa resistere alla velocità dell' acqua, e perciò sia obbligata a patire divulsione d' una parte

all' altra, e in tal caso valendo più la velocità dell' acqua per rodere il fondo, che questo per resistere, succederà, che l' alveo continuamente si escaverà sin tanto che l' inclinazione della cadente si sia resa così dolce, che tanto possa la velocità, e sforzo dell' acqua per corrodere, quanto l' aderenza delle parti del fondo per resistere; ed allora pareggiandosi la potenza con la resistenza cesserà ogni ulteriore escavazione; facendosi allora il fondo come se fosse composto di parti non più ammovibili, essendo che l'ammovibilità, o non ammovibilità delle parti si determina in paragone della forza tendente ad ammoverle. In secondo luogo può la cadente non essere stabilita perchè la inclinazione dell' alveo sia molto meno di quello occorre per resistere alla velocità dell' acqua, ed in tal caso è chiaro, che essendo anche maggiore l' adesione delle parti del fondo per resistere alla velocità dell' acqua, questa non opererà, ma lascerà il fondo nello stato nel quale lo troverà senza escavarlo per mancanza di forza, e senza interrirlo per mancanza di materia; la quale però essendo somministrata o dalla generazione de' gorghi, o dalla corrosione delle ripe, o da impurità di materia mischiatavi per accidente, si alzerà qualche poco il fondo nei siti dove sarà più facile la deposizione.

NEL TERZO CASO.

Se il fiume correrà torbido per un alveo resistente; bisogna distinguere, perchè o la velocità dell' acqua è tanta da non lasciar deporre la torbida, e in tal caso viene ad essere equiparata l' acqua torbida alla chiara, ma che il fiume non ha in tutti i luoghi eguale la velocità, che regolarmente è maggiore nel mezzo dell' alveo, che vicino alle sponde; rallentandosi sempre quanto più dal mezzo si scosta quando si troverà l' acqua così indebolita di velocità, che non potrà più sostenere incorporata la torbida, bisognerà la deponghi, e sempre più presto la deporrà quanto minore sarà la velocità, che rendendosi sempre minore quanto più si accosta alle ripe, è cagione che le deposizioni laterali si fanno a scarpa pendente verso il mezzo, come si osserva nelle ghiare, ed alluvioni che si fanno nel fondo de' fiumi, non potendo queste mai farsi orizzontali, che in acqua stagnante, o sempre egualmente torbida, o pure in siti dove eguale sia la torbida, ed eguale il grado di velocità, ma non sufficiente.

Se poi la velocità del fiume non sia tanta, nè anche nel mezzo da sostenere incorporata all' acqua la materia o arenosa, o limosa la deporrà per tutto l' alveo inegualmente; però a proporzione della velocità, che possedeva in ciascuna delle parti del proprio alveo, ed allora cesserà la condizione di avere il fondo, e le sponde resistenti, e perciò caderà sotto le considerazioni registrate.

NEL QUARTO CASO.

Se il fiume correrà torbido in un alveo di parti ammovibili, che è il caso non solo il più frequente, ma poco meno che universale; ancora in questo bisogna distinguere, perciocchè:

O il fiume avrà tale inclinazione di fondo, che l'aderenza delle parti di questo non possano resistere allo sforzo, che fa la velocità dell'acqua per superarla, ed in tal caso sia questa o torbida, o chiara, il fondo s'escaverà, come si è detto nel secondo caso sino a rendersi così addolcita la cadente, che la velocità dell'acqua non possa più svellere le parti, delle quali è constituito il fondo; e tale inclinazione per questo mezzo acquistata sarà la cadente stabilita dalla natura sopra la quale non si farà alzamento, e sotto la quale non si farà abbassamento veruno.

O pure l'inclinazione del fondo sarà anche minore di quello che bisogna per resistere alla divulsione delle proprie parti tentata dalla velocità dell'acqua, ed allora tanto più resisterà il fondo all'escavazione; e potrebbe questo essere anche qualche poco più pendente per resistere alla medesima; ogni volta adunque che o nel cessare delle piene, o nella mediocrità di queste si faranno deposizioni nel fondo dell'alveo, sopravvenendo le piene maggiori non potranno levare la materia antecedentemente deposta, se ella non sarà superiore alla cadente che è la prima a resistere alla forza dell'acqua; quella cioè che di sopra si è detta essere determinata dalla natura, e questa si chiama la cadente propria di un fiume, e questa perciò viene nei siti di poca pendenza, essendo più tosto un effetto della velocità con la quale si equilibra, che causa della medesima, come volgarmente si crede, dipendendo essa in grandissima parte dall'altezza dell'acqua che la cresce, e sminuisce a proporzione.

Quindi è (per venire al punto) che per determinare la quantità della inclinazione di queste cadenti, bisogna considerare la condizione della materia della quale viene ad essere constituito il fondo dell'alveo, cioè se ghiara grossa che più resiste al moto, se ghiarella, se sabbia grossa, se sabbia minuta, se limo ec. che gradatamente meno, e meno resistono; è perciò con maggiore inclinazione di fondo resiste all'escavazioni la ghiara grossa, con minore la ghiarella, con molto minore la sabbia grossa ec.; e quindi nello stesso fiume vengono formate diverse cadenti secondo la diversa resistenza della materia del fondo. Tale resistenza è composta di tre cose; 1.° di gravità di materia; 2.° di aderenza di parti; e 3.° di inclinazioni di piano; essendo certissimo rispetto alla prima che più facilmente sono portate, o spinte dall'acqua le materie più leggieri, che le più gravi; e perciò in caduta di otto piedi per miglio, può bene resistere

la ghiara grossa ad essere distaccata dal fondo, ma non la ghiarella, non la sabbia; rispetto alla seconda meno resistono le materie sciolte, come la sabbia, che le unite, come la creta, o il tivaro; e rispetto all'ultima più resiste all'essere mossa una materia situata sopra un piano orizzontale, o poco inclinato, che sopra di uno di considerabile inclinazione.

In oltre si deve paragonare la predetta resistenza alla velocità dell'acqua, perchè questa in grado maggiore svelle sulla stessa inclinazione di fondo materie più grosse, che non potrà muovere un puntino se sarà constituita in grado minore, e perciò è necessario stabilire i principj della velocità de' fiumi, i gradi con i quali essa cresce, e supponendo per ora, che essa dipenda dalla sola altezza dell'acqua, è d' uopo per determinare la cadente sapere che altezza avrà l'acqua nelle massime piene, e che grado di velocità può imprimere a se medesima nel fondo dell'alveo, il quale se potrà superare la resistenza del fondo, lo scaricherà ec.

Questo paragone poi di forza, e di resistenza è difficilissimo, e sin ora non si sa che alcuno l'abbia neppure tentato, non che fatto, o datone regole.

Bisognerebbe prima determinare, v. g: Piedi 20. di altezza viva d'acqua hanno tanto di forza che s'equilibrano con la resistenza che fa la sabbia di una certa grossezza, quando ella sarà disposta in un piano cadente, per esempio once 4. per miglio; così della sabbia più minuta, del limo, e delle ghiare di tutte le grandezze, e così anche di tutte le altezze vive dell'acqua, e questo modo non si può ottenere che da esperienze moltiplicate e replicate, difficilissime da ridursi a metodo per la irregolarità propria, e connaturale degli alvei dei fiumi; o pure trovare una regola generale a priori, che insegnasse di calcolare o l'egualità, o gli eccessi di queste forze e resistenze, e bisognerebbe fosse fondata, prima sulla proporzione colla quale crescono le resistenze allo sminuirsi dell'inclinazione, sì nelle materie sciolte, come nelle aderenti, ed in ogni grado di gravità di mole, e di figura; 2.° nella proporzione delle forze che fa l'acqua in diverse altezze contro il fondo dell'alveo, computando la resistenza di esso, e l'inclinazione che avesse, e questo è un legame, ed incontro di proporzioni difficilissimo anche nella geometria più astratta; 3.° nella unione, e comparazione della potenza che è un moto, e della resistenza che è una quiete, ad una terza cosa che potesse servire di misura comune a tutte due.

Quando tutto ciò si sapesse non si sarebbe poi nè anche arrivato al fondo di questa notizia, posciachè con tutto che s'abbia regola certa da calcolare l'altezza, che fa il fiume aggiunto ad un altro, il calcolo però si concepisce, come se le sponde fossero di materia

dura, ed il fiume non capace di dilatazione veruna; e pure all'accrescersi l'acque sempre s'allargano gli alvei, e le altezze si rendono minori delle calcolate; onde si fa anche necessario all'effetto che si cerca sapere, con qual proporzione s'allargano gli alvei per l'introduzione di nuove acque, e ciò non si può determinare in alcuna maniera, che supponendo le sponde de' fiumi formate di materia sempre a se stessa omogenea; condizione che non si può avere nel termine del quale siamo obbligati a valerci, essendo certo che più si allarga lo stesso fiume, quando corre fra sponde arenose, che fra sassose; più si trova il fondo resistente, che facile ad escavarsi; più in grande altezza di acqua, che minore ec.

Da tutto ciò si può comprendere, quale, e quanta sia la difficoltà di determinare la cadente ad un fiume da farsi artificialmente nel quale debbano entrare più torrenti differenti fra di loro nel corpo d'acqua, nella situazione del fondo presente, nella materia che portano, e per un terreno di natura tanto diversa, tralasciando poi di dire che non si ha un'acqua perenne, che la mantenghi, e che si alterarebbe considerabilmente ad ogni piena secondo che gonfiassero i fiumi inferiori, o superiori, in maniera che se mai in nessun caso si può concludere, in questo che *valde difficilia impossibilia indicant*.

Dimostrazioni, ed altre riflessioni sopra lo stesso argomento.

Sia il piano AB (*fig.* 26. *tav.* 4.) il quale s'intenda essere l'alveo declive d'un fiume che porti ghiara, al termine del quale sia connesso il pezzo d'alveo BC orizzontale, o così poco declive, che non permetta che sia spinta per esso più avanti. Dico che l'alveo AB non si manterrà nella sua rettitudine, ma si disporrà in una linea curva concava.

Poichè supposto che l'inclinazione di AB sia tanta, che il fiume possa spingere la ghiaia di qualunque grossezza, e figura; certa cosa è, che questa arrivando in B, non potrà progredire per la troppo poca declività della BC, adunque quanta ghiara sarà portata in B, altrettanta ivi resterà, e cagionerà qualche altezza attraverso dell'alveo del fiume. Supponiamo che l'altezza sia BD, la quale sormontando l'acqua spingerà la ghiara in E, come che eguale o maggiore si suppone la pendenza di DE, che di AB, e sempre più sarà spinta avanti v. g. in F, finchè si faccia la declività DF così poca, che il sasso in D non vi possa stare sopra, ma resista alla forza dell'acqua. Intanto che ciò fa, egli è certo, che l'altezza qualunque siasi fatta in DB fermerà il sasso, riempirà la concavità v. g. GBD, la quale essendo piena come in GD, se l'inclinazione GD sarà tale da

permettere il moto al sasso, questo portato per AG s' avanzerà anco per GD, ma egli è certo, che supponendo che l' inclinazione di DF sia quella che prima aveva il sasso più minuto, tanto maggiormente lo tratterrà la linea GD meno inclinata; si fermerà dunque il sasso in GD, e vi si eleverà come in GH, in maniera che il punto H sia in retta linea con DF, il che dovrà succedere è certo, perchè il sasso concorrente in H sempre anderà cadendo da H in GD trovandovi maggiore pendio che in HD, egualmente declive che DF, della quale egualità di declivio, ne nascerà che per HD non potrà muoversi più la ghiara, e per la stessa ragione formata la linea FDH in I, e riempito tutto lo spazio inferiore di ghiara non potrà per esso muoversi.

Solo potrà elevarsi il fondo di ghiarella I, se sopravvenendone della nuova si facesse qualche alzamento in I, v. g. IK nel qual caso essendone in assai copia, formerebbe la KL paralella alla IF, e tanto più si protrarrebbe il di lei termine sino in L; ma perchè la quantità di questa è limitata, dovrà essa una volta pareggiarsi col consumo che se ne fa, in maniera che tanta ne sopravvenga, quanta se ne va stritolando, o portando via. Cesserà adunque una volta l' alzamento del fondo MKL; ma perchè la linea AM è tanto inclinata che può portare la ghiara più grossa, e la ML è così poco inclinata che non permette l' avanzamento alla più minuta, ne segue che la ghiara più grossa si fermerà in M cagionandovi l' alzamento MN dal quale traboccherà sino a formarsi un piano v. g. NO pel quale la ghiara più grossa non possa scorrere, il quale sarà certo più declive di quello sia KL attesa la maggiore grossezza del sasso, che può essere trattenuto anche da maggiore pendio; e ripetendo il discorso di sopra fatto per la ghiarella minuta, s' alzerà tanto da pareggiarsi la copia del sasso col consumo del medesimo, mantenendo però la stessa declività di NO. Supponiamo che il fondo quanto sia possibile elevato sia QR paralello alla NO, che però segherà la linea ML in qualche punto v. g. R, colla quale farà l' angolo QRL. Per la stessa ragione la cadente della ghiara anche più grossa farà angolo con la QR, e così susseguentemente sino all' arrivare alla maggiore grandezza del sasso, in maniera che per modo di discorso la cadente della ghiara fosse formata dalle rette XV, VS, SR, RL, vicendevolmente inclinate.

Se le ghiare fossero della stessa figura tutte, e la differenza del peso di esse non fosse constituita che v. g. in 5. gradi, di una libbra, di 2. 3. 4, e 5. altrettante sarebbero le linee rette constitutive della cadente; ma perchè le differenze sono innumerabili, altresì dovrà essere constituita tale cadente da innumerabili linee rette, che formino gli angoli una con l' altra voltando il loro vertice dalla parte del piano AB, e tale la linea formata d' infinite altre, non è che una linea curva, come si era preso a dimostrare.

Si deve però avvertire, che non pertanto si pretende di dimostrare, che nelle parti superiori non vi possa essere ghiara minuta, perchè questa necessariamente ve ne deve essere per più cause, nè perciò si toglie la forza alla dimostrazione, prima perchè cadendo tal sorta di ghiara dai monti più alti può restare incastrata fra gl' interstizi de' sassi più grossi, in tal maniera che l' acqua non possa smuoverla. Secondo perchè si ricerca tempo considerabile, acciocchè un sasso picciolo sia spinto dall' origine di un fiume sino al termine della ghiara ec., e perciò in ogni piena essendo esso portato avanti, viene lasciato al cessare della medesima nel luogo dove allora si trova; terzo perchè gran parte de' sassi più piccioli viene ad essere spinta alle parti laterali, e ne' luoghi dove non avrà l' acqua, che nelle piene maggiori, e dove la forza della medesima è così poca, che non basta con tutta la grande inclinazione del fondo a levarlo via; e meno ponno essere molte altre di simili cagioni operanti particolarmente ne' siti fuori dell' alveo ordinario del fiume.

Si deve in secondo luogo notare, che il continuo consumo de' sassi di mole più regolata, e di peso minore, cagiona il loro continuo avanzamento, ed il continuo disfacimento delle più minute ghiarelle, fa che ciò non ostante non si protrae più avanti il termine della ghiara.

Terzo. Occorre riflettere, che richiedendosi un certo spazio di cammino, acciò il sasso si riduca in arena, nè bastando un minore, se esso sarà impedito prima del suo termine, non potrà lungo tempo sussistere in tale interrompimento, ma si restituirà alla lunghezza primiera, portando avanti le ghiare, come si vede nella construzione delle chiuse.

Quarto. Finalmente apparisce da ciò che si è detto essere determinata dalla combinazione delle cause, e delle circostanze sì la curvità, che la lunghezza della cadonta d' un fiume in ghiara; ma però che essa continuamente si sconcerta, e continuamente altresì si ripara in maniera, che secondo che prevale una delle cause concorrenti a questo effetto, ora il fiume qualche poco si eleva di fondo, ora prevalendo un' altra opposta alla prima nuovamente si scava, la quale alternazione di cause, siccome si fa in brevissimi intervalli, così fa, che un fiume non ha in tutti i luoghi sempre stabile il fondo, ma però si stabilisce fra i termini dei possibili alzamenti, ed abbassamenti.

PUNTI DA CONSIDERARSI

QUANDO SI VOGLIANO FARE NUOVE INALVEAZIONI DE' FIUMI.

Opuscolo inedito.

In questo particolare si devono distinguere più casi, primo o il fiume è solo, cioè non riceve tributo da altri, oppure deve ricevere nel suo alveo anche le acque degli altri fiumi.

Essendo il fiume solo, la natura da se insegna l' inalveazione rispetto alla larghezza dello stesso, ed all' altezza delle ripe, la quale importa anche la quantità del escavazione; onde non resta altro da considerare se non se vi sia caduta sufficiente dal punto dove si vuol cominciare l' inalveazione, sino al termine dove dovrà finire, cioè, o al mare immediatamente, o pure ad altro fiume col quale unito possa portare le sue acque al mare.

Essendovi caduta da un termine all' altro, è necessario avvertire se questa sia eguale a quella del fiume, che si vuole inalveare prima dell' inalveazione, o pure sia maggiore o minore v. g. se il fiume da A a B (*fig.* 27. *tav.* 4.) aveva la caduta AC, e da B ad E la caduta BF, ogni volta che essendo AB, BE eguali, fossero anch' eguali le cadute AC, BF, allora il fondo del fiume AB non si muoverà per l' inalveazione nuova, ma formerassi la linea ABE retta ogni volta che la materia, che viene portata dall' acqua in tutto il tratto ABE, cioè o è arena, o belletta, o ghiarella, o sassi grossi, o ec. sia sempre dell' istessa natura, e richieda moto eguale dell' acqua per non essere lasciata deporsi nel fondo.

Ma essendo da A a B maggiore caduta, che da B ad E, supposte le linee AB, BE eguali, allora necessariamente dovrà la linea BE inclinarsi ad angolo con la AB, ed in questo caso essendo l' acqua chiara, non si muterà il fondo nè in AB, nè in BE, ma essendo torbida, e supponendo, che la pendenza di AB sia giusto quanto basti per non deporre la sua torbidezza, allora bisognerà, che il fondo BE si alzi tanto da farsi la caduta FG, eguale all' AC; e restando perciò diminuita la caduta AC per l' alzamento del fondo GE si alzerà anche il fondo AB sino alla linea HG, paralella alla AB, acciò riacquisti la primiera pendenza, e si protrarrà tanto in alto l' alzamento del fondo AB sino a trovare fondo di maggiore caduta come in H, supponendo

che la linea HA, sia fondo di maggiore caduta atto a portare materia più grossa, di quella si portava per l' AB prima dell' alzamento, nel qual caso per l' alzamento del fondo HA la materia grossa predetta non oltrepasserà più il punto H come prima.

Ma se la linea BI che si suppone di nuova escavazione, avesse maggior pendenza, del fondo primiero AB, v. g. BL, allora necessariamente si formerà l'angolo ABI, ed in tale stato bisogna distinguere, perchè se il fondo AB fosse di materia che resistesse alla corrosione, come di sasso, macigno, o tivaro, allora l' acqua correrà per la pendenza BI senza alcuna alterazione del fondo, o solo potrebbesi al punto B fare una cascata d' acqua come in una chiusa, sotto della quale si formasse una linea terminante in I paralella all' AB, e ciò quando il fondo BI potesse patire corrosione dalla forza dell' acqua corrente per BI. Per altro essendo i fondi AB, BI di terra ordinaria, o come il solito di arena, si abbasserà il fondo AB, sino a deprimersi in MI, paralella ad AB, o pure in maniera che le cadute AC, NL siano eguali, e continuerassi la linea HA di maggiore caduta sino in M, che allora sarà il termine della materia che si portava per il fondo HA (1).

Tutto ciò s'aspetta all'alteramento dei fondi nelle nuove inalveazioni

---

(1) Potrebbe taluno dubitare, che quando l'Autore dice, che la caduta FG si ha da far eguale alla AC, volesse dire che la linea FG risultasse identicamente eguale alla linea AC, lo che non è vero altrimenti; ma bensì vuole esprimere, che il nuovo alveo EG, si ha da costituire secondo una linea di caduta eguale a quella dell' alveo antico. Di fatti è noto bastantemente, che la caduta di un fiume non dipende già dalla sola altezza AC del piano inclinato AB, ma ben anche dalla lunghezza di codesto piano, in modo che se due fiumi avranno ambedue una caduta v. g. di once 15. per miglio saranno della stessa caduta, come lo saranno del pari se uno avrà una caduta di once 15. per miglio, e l' altro di once 18. per ogni pertiche 600. Così quando la linea EG è paralella ad AB, ciò basta per dire ch' è della stessa caduta, e se è FG maggiore di AC, lo è in grazia che GE è maggiore di AB. Dunque quando la BE ha una caduta minore di AB, dovrà succedere interrimento, ed il nuovo alveo sarà determinato dalla linea EG paralella ad AB, protratta fino in H, ad incontrare la linea AH di maggiore caduta. Al contrario se il nuovo alveo, in parità di lunghezza, avrà una caduta BL maggiore di AC, si dovranno distinguere tre casi: 1.° o i fondi AB, BI sono inalterabili: 2.° o è inalterabile AB, e non BI: 3.° o non lo è nè AB, nè BI. Nel primo caso la linea del nuovo alveo sarà la HABI; nel secondo si escaverà il fondo BI costituendosi secondo la linea IN paralella ad AB; nel terzo si escaverà insieme il letto AB costituendosi secondo la linea IN prolungata sino ad incontrare in M la linea della maggiore caduta HM. Ecco come nel secondo caso risulta in B la *cascata* BN, *come in una chiusa*, della quale parla l'Autore, ed ecco come da questa salterà l' acqua dall' alveo AB nel sottoposto NI; la linea poi del nuovo alveo sarà la HBNI. Nel terzo caso la linea del nuovo alveo, sarà la HAMNI, ed allora si dirà stabilito.

di un fiume solo, ma di più bisogna osservare alcune cose intorno le sponde, le quali o sono naturali, o manufatte; naturali sono quando la linea dentro del fiume sta sempre tanto bassa sotto il piano della campagna, che l'acque che vi corrono dentro non possono mai alzarsi tanto da sormontarle, e allora i fiumi si chiamano incassati fra terra.

Artificiali poi sono quelle che si fanno ai fiumi con opera d'uomini, cioè a due argini, o sopra sogli, e questi sono di due sorta; cioè, o parte naturali, o parte artificiali, o pure interamente artificiali; le prime sono quelle che si elevano sopra il piano della campagna, quando il fondo del fiume è ben più basso della medesima, ma non tanto da non essere sormontata dall'altezza dell'acque nelle piene, e però si formano argini di altezza atta all'intento; le seconde poi sono quelle, che sostentano tutta l'acqua del fiume sopra il piano della campagna, ed alcune di queste sono tanto alte, che sostentano anche il fondo del fiume medesimo, sopra il piano delle campagne adiacenti. E ciò succede ogni volta che la pendenza delle campagne nelle parti superiori, dove il fiume cammina incassato, è maggiore proporzionalmente della linea cadente del fiume in maniera, che questa, e quella, s'intersechino in qualche luogo; posciachè in simil intersecazione succede, che se il fondo del fiume era basso, ed inferiore al piano di campagna, dopo l'intersecazione cambiano sito, restando il fondo del fiume alto, ed il piano di campagna basso, accadendo anche diverse varietà, secondo che le linee del fondo della campagna più o meno si accostano, o discostano.

Nelle ripe naturali poco vi è da osservare per sussistenza dell'opera, bensì per buona regola della medesima, e le osservazioni saranno quasi l'istesse, che si diranno delle ripe artificiali.

Dovendosi dunque fare una inalveazione con ripe artificiali, devesi osservare la qualità dell'imbocco, in maniera che l'alveo che si prepara riceva in faccia, ed a seconda della sua lunghezza il filone del fiume antecedente, altrimenti facendosi l'inalveazione in angolo porterebbe pericolo di rottura, e di mutazione d'alveo, o almeno obbligherebbe a continue spese per mantenere continuamente.

2.° Si deve osservare la velocità antecedente del fiume, la quale può essere tanto grande, che sia improbabile poterlo voltare, e mantenerlo dentro una nuova inalveazione.

3.° La condizione del terreno del quale si devono formare gli argini, cioè se sia cretoso, arenoso, troppo umido, vallivo puro, o mescolato di diverse sorti, che non leghino bene insieme, atto o no a produrre erba, o fare il cottico, altrimenti per difetto del terreno bene spesso succedono rotte con perdita della spesa della nuova inalveazione.

4.° Si deve osservare lo sbocco del fiume al suo termine, che può essere, o in altro fiume, o pure in mare, e se sia in altro fiume, lo sbocco dell' inalveazione, deve farsi a seconda del filone del fiume recipiente per quanto si può, ed in siti più tosto di corrosione, che d' alluvione.

5.° Se il fiume recipiente ha argini, deve qui calcolarsi la quantità dell' acqua del fiume mandante, e l' altezza che aggiungerà all' acqua del recipiente, considerata l' una, e l' altra in somma escrescenza, ed essendo necessario rialzare gli argini del fiume che riceve, vedere quanto, ed in qual parte.

6.° Gli argini dell' inalveazione devono andare a linea cadente a trovar quelli del fiume recipiente elevati alla necessaria altezza, e ciò quando siano bene assodati, dando però altezza maggiore agli argini dell' inalveazione, tanto che condensati che siano, non restino inferiori al bisogno.

7.° Dovendo il fiume sboccare nel mare, si deve avvertire di sboccarlo in sito che abbia fondo, sfuggendo per quanto sia possibile la spiaggia, e voltare lo sbocco a qualche vento, onde non formi scanni davanti al fiume, il che dipende dalle osservazioni dei fiumi attorno della spiaggia dei fondi, ed altri effetti (1).

8.° Dal mare in quel sito, regolando gli argini come si è detto di sopra, la larghezza dell' alveo suol essere indicata dal fiume sopra l' inalveazione, non essendovi che da determinare la medesima a ragione di quella, che si trova al di sopra.

9.° La profondità si regola dalla pendenza, dovendosi fare l' escavazione a linea cadente verso il suo termine, e quando il terreno resistesse alla corrosione, si deve profondare l' escavazione sotto il piano del mare, o del fiume che deve riceverlo, e ciò a proporzione dell' acque, che porterà il nuovo fiume, ma quando il terreno fosse arenoso, basta fare l' escavazione regolata sul pelo del recipiente, perchè l' acqua da se nelle prime piene farà l' escavazione necessaria.

Molto maggiori sono le difficoltà che s' incontrano nell' inalveazione de' fiumi reali, che devono ricevere molti tributarj, prima per non

---

(1) Che se per mala sorte non potrà scegliersi per lo sbocco in mare luogo che non riceva l' impeto d' alcun vento burrascoso, onde ne vengano scanni di sabbia tanto pregiudiziali alle foci de' fiumi; in allora miglior partito sarà quello di dare al fiume stesso più sbocchi, il numero de' quali sarà determinato dalla portata dell' influente, dalla gagliardia de' venti, che dovrà affrontare lo sbocco, dalla sua profondità, ec. Però se non trattasi di fiumi di grande portata raro è il bisogno di più d' uno sbocco.

esservi esempio di tali operazioni, secondo per la moltiplicità dell' osservazione necessaria, delle quali la prima è:

La caduta del fiume, che ha da far figura di reale sino al mare, con l' osservazione se questa sia o non sia bastante a portar l' acque proprie, senza deporre materia nel proprio fondo, o almeno non a tanta altezza, che possa partorire danni grandi.

2.° La condizione della materia, che porta tanto il fiume che dovrà essere recipiente, quanto tutti gli altri tributarj nel sito dove dovranno introdursi.

3.° La condizione del terreno non tanto per la facilità, o difficoltà dell' escavazione, quanto per vedere se il fiume cammina o in tutto, o in parte incassato, essendo quest' ultima condizione necessaria ai fiumi, che portano acque copiose per molti capi.

4.° Avvertire la mutazione delle cadenti che fannosi sempre meno oblique ad ogni introduzione di nuovo fiume, o sia per aumento di nuova acqua; ogni volta però che la condizione del fondo, e la materia che porta il fiume sia della stessa natura, e condizione per tutto il tratto dell' inalveazione.

5.° Gli effetti che ne susseguiranno dagli inalzamenti o abbassamenti dei fondi per diverse contingenze, che ponno accadere, essendo necessario per fare una perfettissima inalveazione di questa natura, che le cadenti di tutti i fiumi tributarj si uniscano proporzionalmente alla cadente del fiume recipiente, e che perciò non portino una terra differente da quella, che porta il fiume reale; e forse dalla natura sono stati respinti da i tributarj, che vi entrano lateralmente nei siti di mezzo delle valli, com' è succeduto al Po, che una volta correva verso la terra dell' Uccellino, e fu poi respinto *sino sotto* Ferrara, ed ultimamente nel ramo di Venezia.

Posciachè se il fiume recipiente nel suo principio porta la ghiara, e tale che rispetto al suo corso d' acqua richieda v. g. sei piedi di caduta per miglio, devesi prima osservare, quanto di caduta probabilmente si consumerà in questa prima cadente, e lasciando la prima d' incontrare, o ricevere altro fiume, portando solamente arena grossa, e richiedendo per non deporla v. g. piedi 3. di caduta antecedente, e vedere se il fondo del primo tributario nel sito dove si vuole introdurre resta più alto, o più basso del fondo destinato pel primo fiume, e se porta arena dell' istessa natura del fiume reale; e caso che il fondo di quello andasse precisamente ad unirsi col fondo del primo tributario, e che questo non portasse materia diversa da quella dell' altro, allora l' inalveazione camminerà bene, e la cadente non dovrà essere tanto obliqua quanto l' antecedente. L' angolo di queste cadenti non dovrà determinarsi, dipendendo dalla proporzione che hanno le acque di tutti due i fiumi uniti a quella sola del

fiume recipiente. Ma se il fondo del tributario restasse inferiore al fondo del recipiente, allora necessariamente dovrà seguire un alzamento di fondo nel fiume tributario, e dovrà osservarsi se tale alzamento possa pregiudicare alle campagne che vi saranno adiacenti, siasi per l' inalveazione dell' acqua, che richieda argini, o argini maggiori di prima, o pure lo scolo della campagna, che non trovi in esso più il suo scolo, o meno felice. Si avverta ancora che alzandosi il fondo del fiume tributario si viene a sminuire la di lui pendenza, e qui vagliono tutte le regole date per l' inalveazione d' un fiume solo.

Caso che il fiume tributario restasse più alto col suo fondo del fiume recipiente, allora necessariamente si sbasserà quello del tributario, e qui si deve avvertire se tale sbassamento, che vuol dire maggiore aumento di caduta, possa portare materie pesanti, differenti da quelle, che porta il fiume recipiente dentro l' alveo di questo, il quale se avrà caduta da smaltirle dalla parte di dietro, non muterassi il fondo, e la cadente; ma non avendola sarà necessario che per aumento di nuova materia tanto si alzi il fondo del fiume recipiente; che il tributario perdendone la caduta la lasci dentro il proprio alveo, nel qual caso la caduta del primo fiume reale dovrassi anch' essa sminuire con l' alzamento del fondo, quale seguendo deve considerarsi se pregiudichi alle campagne per l' uno, e l' altro dei capi sopraddetti.

Caso che il fiume recipiente corresse in ghiara, ed il tributario anch' esso, può darsi il caso che così si pareggino le cadute, che smaltiscono per qualche tratto dell' alveo recipiente la ghiara comune fino al perdimento della caduta sufficiente.

Lo stesso maggiormente succederà se il fiume tributario portasse ghiara, ed il recipiente non la portasse; perchè in tale caso può darsi tale alzamento di fondo nell' alveo preparato pel recipiente, che si pareggi col piano delle campagne, come che le cadute delle ghiare sono precipitose venendo dalle montagne alte, che prima del loro termine non così facilmente si perdono per mediocre alzamento di fondo, come apparisce dalle chiuse, che sostentano i fiumi in ghiara, le quali abbenchè alte alle volte 18, e 20. piedi, non sono però sufficienti a impedire, che la ghiara non oltrepassi le chiuse, sostentandosi solamente i sassi più grossi, come appare in quella di Casalecchio, sotto la quale per 5, o 6. miglia si stende la ghiara.

Tutto ciò che si è detto nell' ingresso del primo tributario nel recipiente, devesi intendere dell' ingresso del secondo, terzo, e quarto tributario nel medesimo, facendosi sempre il primo col secondo figura di un solo, pareggiate che siano le pendenze, e formata la cadente rispetto al terzo, ed il primo, secondo, e terzo, come sopra rispetto al quarto ec.

La disposizione di queste cadenti devesi cominciare dal mare venendo all'insu, sino al primo fiume che deve ricevere gli altri, dando sotto il pelo basso del mare la linea cadente a tutte le acque unite insieme, la quale secondo la quantità dell'acque che vi sgorgano molte volte viene ad essere orizzontale, altre volte con pochissima pendenza, e devesi sempre formare una nuova cadente sempre inclinata all'orizzonte, quanto più vannosi diminuendo le acque venendo all'insu verso il principio del fiume, sempre a proporzione del corpo d'acqua, che deve scorrere per l'alveo, della resistenza del fondo, e della materia, che il fiume porta.

E succedendo, che le cadenti restino tanto sotto il piano di terra, che il corpo d'acqua possa correre incassato; allora l'inalveazione potrà essere reale, siccome sarebbe anche se fossero necessarie arginature di poca altezza, ma nell'incontro riuscendo le cadenti assai alte in maniera che venissero o al pari della terra, o sopra il piano di essa, allora o l'opera sarà impossibile non riuscendo di sostentare i fiumi reali sopra terra, o almeno sarà dannosa alle campagne circonvicine pei pericoli delle rotte, per le difficoltà dello scolo, e pel dispendio continuo che richiede la manutenzione degli argini. S'avverte inoltre, che se le campagne adiacenti non hanno lo scolo aperto nei fiumi, cioè se esso non correrà intieramente incassato, sempre si pregiudicheranno le terre vicine obbligate ad uno scolo temporaneo intercluso dalle cateratte delle chiaviche necessarie.

S'avverte in secondo luogo il danno ben grande che danno i fiumi che corrono in ghiara, i quali necessariamente devono correre incassati, non essendo possibile sostenerli con argini a causa dei dossi, e ghiare, che si formano ora da una parte, ora dall'altra, in faccia ai quali troppo debole resistenza è un argine di terra, attesa particolarmente la gran velocità che dà all'acqua la pendenza soverchia; e perciò i fiumi in ghiara richiedono larghezze esorbitanti, come è manifesto per l'esperienza; dal che ne deriva il consumo inutile del terreno, ed il danno che cagiona sempre a' possessori vicini.

6.° Si hanno a determinare le larghezze del fiume, e questo molto importa quando il fiume non è perenne, e non abbia moltissime acque, anche in tempo di magrezza del fiume; perchè con tutto che possa mantenersi l'istessa larghezza, ed acquistare solo con la pendenza, o più tosto escavazione del fondo il luogo necessario, ciò non di meno è tanto difficile a mantenere, che si può paragonare all'impossibile, ed i regurgiti che succedono in tempo di piene nei fiumi inferiori cagionano dossi, i quali impediscono, e sospendono il corso ai fiumi superiori; e perciò se non si hanno cadute ben grandi, forse superiori al bisogno, non occorre impegnarsi in tali

operazioni, come non riuscibili, di poca durata, e feconde di sconcerti continui.

INDICE

DEGLI OPUSCOLI CONTENUTI IN QUESTO VOLUME.

1. *Della misura dell' acque correnti* . . . . . pag. 1
2. *Scritture sopra vari progetti fatti per la diversione del Reno* . . . . „ 103
3. *Parere sopra l' inalveazione dell' acque del Reno, e del resto dei torrenti del Bolognese, e della Romagna* . . . . . „ 271
4. *Tre lettere idrostatiche* . . . . . „ 281
5. *Visita fatta al Po di Piacenza, e lettera scritta a S. A. il Duca di Parma risguardante i ripari da farsi in detto Po. Scritture inedite* . „ 327
6. *Lettera inedita scritta al Cardinale d' Adda, risguardante il canale naviglio di Bologna.* . . . . . „ 377
7. *Della linea cadente dei fiumi che corrono in ghiara. Opuscolo inedito.* „ 342
8. *Problema. Se il proporzionare con l' arte l' alveo a diversi fiumi uniti sia cosa possibile? Opuscolo inedito* . . . . . „ 345
9. *Punti da considerarsi, quando si vogliano fare nuove inalveazioni de' fiumi. Opuscolo inedito* . . . . . „ 352

Fig: 1

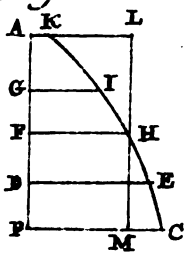


Fig: 9

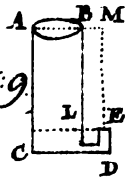


Fig: 10

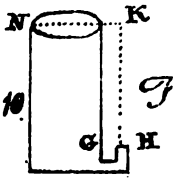


Fig: 19

Fig: 27

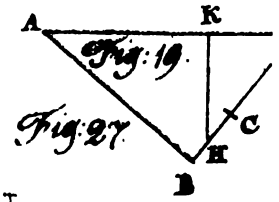
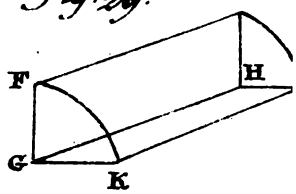


Fig: 26

Bologna Litografia di

Fig: 29.



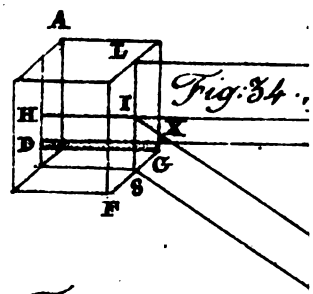


Fig: 34.

Fig: 41.

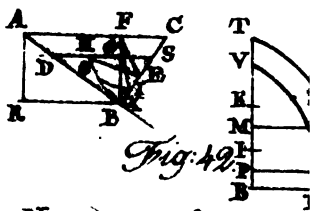


Fig: 42.

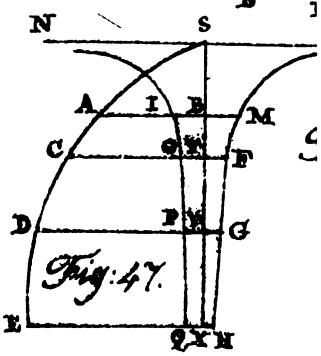


Fig: 47.

Bologna Litografia di C

Fig: 1.ª

Fig: 4.

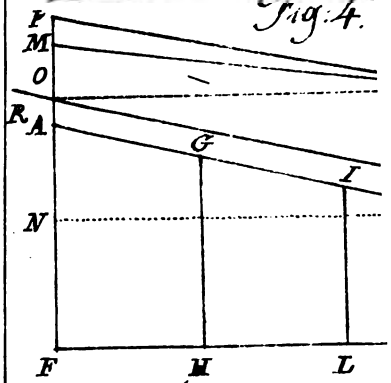


Fig: 7.ª

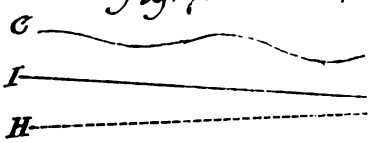
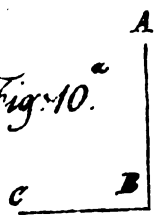


Fig: 10.ª



Bologna Litografia di C. Berti

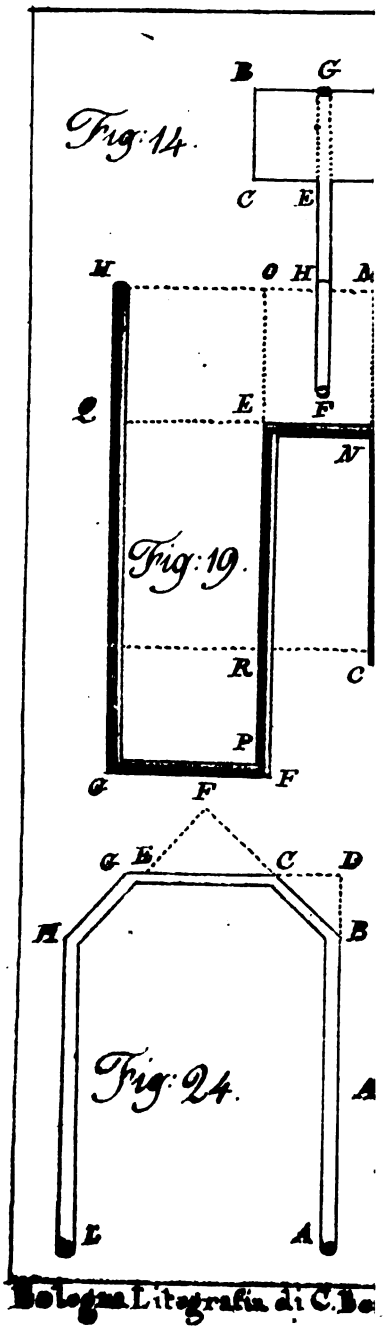


Fig: 14.
B
G
C
E
M
O
H
A
Q
E
F
N
Fig: 19.
R
C
P
G
F
F
G
E
C
D
M
B
Fig: 24.
A
L
A
Bologna Litografia di C. Be